Centre de recherche et de développement sur le bovin laitier et le porc
Lennoxville
Québec

Activités de recherche
Ressources
Réalisations
Publications
Publications scientifiques
Colloques
Visite virtuelle

www.universadecouvrir.gc.ca
UN univers à découvrir

Deuxième rencontre de la Voie lactée - La conférence de Lennoxville sur la production laitière: la science au service de l'industrie (janvier 2000)

Programme | Résumés du jeudi | Résumés du vendredi

Pour revenir à la liste des colloques, cliquez ici.

Deuxième rencontre de la Voie lactée - La conférence de Lennoxville sur la production laitière: la science au service de l'industrie (janvier 2000)

Programme

Jeudi le 27 janvier 2000

Mot de bienvenue
Jacques Surprenant, Directeur
Centre de recherche et de développement sur le bovin laitier et le porc

Bilan du programme de recherche des Producteurs laitiers du Canada
John Core, président des Producteurs laitiers du Canada

Effet du type d'acides gras sur la reproduction de la vache laitière
Hélène Petit, Centre de recherche et de développement sur le bovin laitier et le porc

Contribution de l'azote des fourrages dans l'alimentation des ruminants
Daniel Ouellet, Centre de recherche et de développement sur le bovin laitier et le porc

Les biotechnologies au service de la production laitière
David Glimm, Université de l'Alberta

Le lait modifié qui sauvera des vies
François Pothier, Université Laval

Produire du lait avec plus d'omega-3 et d'acides linoléiques conjugués
Alan Fredeen, Collège agricole de la Nouvelle Écosse

Vendredi 28 janvier 2000

Vérité et conséquences : régie de la traite et santé du pis dans les fermes laitières de l'Ontario
David Kelton, Université de Guelph

Nouveaux outils de laboratoire pour le diagnostic pour la mammite
Marcello Gottschalk, Université de Montréal

Le pourquoi et le comment de la résistance de la mammite aux traitements : les liposomes seraient-ils une solution ?
Jacqueline Lagacé, Université de Montréal

Nouvelles protéines et thérapie génique pour le traitement de la mammite
Denis Petitclerc, Centre de recherche et de développement sur le bovin laitier et le porc

Résistance aux antimicrobiens - Perspectives actuelles
Rebecca Irwin, Santé Canada

Politiques sur les antibiotiques en production laitière pour la Norvège et la Suède
Kerstin Plym Forshell, Services norvégiens de santé du bétail

Obtenir du lait de qualité par la régie
Léo Brisson, producteur de lait de l'Ontario

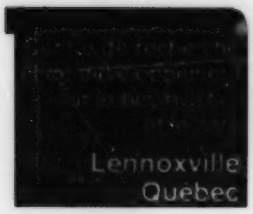
102-07424/

Les solutions de rechange aux antimicrobiens (texte non disponible)
Denis Petitclerc, Centre de recherche et de développement sur le bovin laitier et le porc

Pour revenir à la liste des colloques, cliquez ici.

Date de modification: 2001 08 15

Avis importants



www.universadecouvrir.gc.ca
UN univers à découvrir

Deuxième rencontre de la Voie lactée - La conférence de Lennoxville sur la production laitière: la science au service de l'industrie (janvier 2000)

Résumés

Mot de bienvenue

Jacques Surprenant
Directeur, Centre de recherche et de développement sur le bovin laitier et le porc, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Lennoxville, Québec

Bonjour, Il m'est extrêmement agréable d'inaugurer cette 2e Rencontre de la Voie lactée. Cette rencontre est une occasion unique de parler de production laitière et, plus spécifiquement, des derniers développements de la recherche dans ce domaine. Mais pourquoi parler de recherche? En fait, nous allons parler recherche aujourd'hui et demain simplement parce que la recherche est essentielle au maintien et à l'amélioration de notre position concurrentielle. Plusieurs études ont démontré que chaque dollar investi en recherche par les producteurs a des retombées de dix dollars dans le secteur. La production laitière est de loin la plus importante production agricole au Canada. La valeur combinée de la production et de la transformation des produits laitiers fait rougir d'envie l'ensemble des autres productions.

Avez-vous l'impression que l'industrie laitière canadienne se porte très bien, qu'elle est extrêmement concurrentielle et donc qu'elle n'aurait rien à craindre de ses concurrents? Si c'est ce que vous croyez, il est fort probable que vous avez dormi très profondément au cours des dernières années. À l'aube du troisième millénaire, il devient évident que la concurrence dans un marché unique sera de plus en plus féroce. Les attaques proviendront de plusieurs directions; de nos amis d'aujourd'hui comme de nos alliés d'hier. Ce sont nos structures de mise en marché, notre système de gestion de la production, nos pratiques environnementales aussi bien que la façon dont nous traitons nos animaux qui seront attaqués. Je ne tenterai pas de vous convaincre que la recherche est la solution à tous ces problèmes; elle ne l'est pas. Mais la recherche est sans contredit un des éléments majeurs permettant d'assurer la compétitivité de notre industrie. La recherche permettra également de répondre à plusieurs tentatives d'établissement de barrières non tarifaires. La recherche est un domaine d'activité passionnant. Elle repousse les limites de notre imagination, nous permet de voir plus loin et de nous préparer un avenir meilleur. Je suis certain que les chercheurs invités à cette rencontre se feront un plaisir de vous présenter les résultats de leurs travaux. Si vous avez quelques minutes, faites-les parler de leur travail. Vous verrez immédiatement ce que c'est que d'être passionné. Si jamais un détail vous échappe, n'hésitez pas, les chercheurs sont ici pour répondre à vos questions. Si nous manquons de temps lors d'une présentation, encore une fois n'hésitez pas à demander plus d'information directement à l'orateur. Vous constaterez facilement que les deux prochaines journées sont très bien remplies. Je suis certain que vous trouverez des éléments de solution à plusieurs problèmes. Il s'agit donc d'une rencontre importante, au cours de laquelle chercheurs, producteurs, gouvernements, agences et représentants de l'industrie pourront discuter de sujets qui influenceront leur avenir. ▲

Bilan du programme de recherche des producteurs laitiers du Canada
John Core
Président, Les Producteurs laitiers du Canada

Les avancées technologiques et leur adoption par les producteurs laitiers ont toujours contribué au succès des entreprises laitières du Canada. Dans le but de développer et de conserver des fermes laitières rentables sous les conditions climatiques du Canada, nos producteurs laitiers ont dû adapter des technologies développées ailleurs dans le monde et développer leurs propres technologies en partenariat avec des organisations de recherche privées et publiques. L'adoption et l'adaptation de technologies ne constituent donc rien de neuf pour nous.

Jusqu'à tout récemment, les gouvernements fédéral et provinciaux fournissaient la majeure partie du financement pour la recherche en production laitière au Canada. Les gouvernements d'autres pays producteurs de lait ont également été impliqués dans le financement de la recherche laitière. Le financement public de la recherche n'a jamais été considéré comme une activité synonyme de distorsion des échanges commerciaux et, ainsi, elle n'est donc sujette à aucune restriciton en vertu de l'Organisation mondiale du commerce.

En 1995, le gouvernement fédéral décidait de réduire de façon significative le budget qu'il consacrait jusqu'alors à la recherche en production laitière et créait des programmes de financement basés sur le partage des coûts. Au début, les programmes d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) étaient strictement limités aux activités de recherche qui avaient cours dans les centres de recherche fédéraux. Du côté de la recherche dans les universités, les programmes de jumelage avec le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie (CRSNG) étaient également opérationnels.

Les producteurs laitiers du Canada ont alors trouvé que le faible appui du gouvernement pour la recherche laitière créait une situation inéquitable les producteurs canadiens par rapport à ceux des autres pays qui recevaient, proportionnellement, un meilleur appui pour le développement technologique. Le désavantage était clair face à des pays qui visaient les mêmes marchés que le Canada pour les produits laitiers. En 1995-1996, les Producteurs laitiers du Canada ont examiné la possibilité d'investir directement dans un programme de recherche pour avoir accès au financement gouvernemental et influencer, en tant que partenaire à part entière, les orientations de la recherche.

En juillet 1996, les Producteurs laitiers du Canada (PLC) jetaient les bases d'un programme de recherche en production laitière. Le premier principe qui guide ce programme est d'appuyer les initiatives de recherche qui, en bout de ligne, maximiseront l'efficacité et la rentabilité des producteurs et amélioreront la santé animale et le développement de méthodes de production respectueuses de l'environnement. Le deuxième principe est d'encourager les initiatives de recherche qui favoriseront le dialogue et la collaboration entre les producteurs, les autres intervenants de l'industrie et les gouvernements.

L'administration du fonds de recherche est sous la responsabilité du Comité de promotion des PLC. Le Comité consultatif scientifique sur la production laitière (CCSPL) est le comité responsable de la sélection des projets de recherche qui seront financés par les producteurs laitiers. Il est coprésidé par deux membres du Conseil des PLC. Le CCSPL révise les lettres d'intention et les demandes de financement et émet des recommandations. La décision finale dans le choix des projets à appuyer est sous la responsabilité du Conseil d'administration des PLC. Les projets doivent

recevoir des fonds en contrepartie d'une autre source pour obtenir du financement des PLC.

Les PLC et ses organisations membres ont un engagement de longue date envers la recherche en production laitière et croient que les producteurs, l'industrie et les gouvernements ont tous une responsabilité dans la poursuite de l'effort de recherche dans le but d'aider à assurer un futur viable pour l'industrie.

Après trois ans d'existence, le programme a déjà appuyé plus de 40 projets partout au Canada. Une de ses réalisations est la création d'un poste d'agent de communications au Centre de recherche et de développement sur le bovin laitier et le porc d'Agriculture et Agroalimentaire Canada à Lennoxville, au Québec. La création de ce poste assurera à tous les producteurs laitiers canadiens un accès prioritaire et rapide aux résultats de recherche.

Bon nombre d'autres collaborations ont résulté de l'investissement en recherche des PLC. Ainsi, AAC et son centre de recherche de Lennoxville ont décidé de collaborer avec les universités impliquées en recherche laitière pour créer des postes en recherche à l'Université de Guelph, au Collège d'agriculture de la Nouvelle-Écosse et à l'Université Laval. Cette décision devrait permettre une utilisation plus flexible du Programme de partage des frais pour l'investissement en R et D.

Dans un autre domaine, la Direction générale de la recherche d'AAC a décidé de traiter de la question de la recherche en amélioration génétique en acceptant des ententes de recherche contractuelles avec des entreprises privées impliquées en sélection des bovins laitiers et en contrôle laitier. Ces ententes ont permis à la fois aux PLC et à AAC de rendre concrète l'entente sur l'appui mutuel de la recherche en amélioration génétique signée au moment de la privatisation des programmes d'amélioration génétique et de contrôle laitier en 1995. En vertu de cette entente, AAC et l'industrie de la génétique laitière appuient plusieurs projets de recherche d'importance. En plus de ces activités de recherche, l'industrie de la génétique des bovins laitiers investit depuis longtemps dans des projets de recherche en sélectionnant ces derniers par l'entremise de concours. Au cours de la dernière année, les PLC et le Réseau laitier canadien en sont venus à une entente par laquelle les PLC administrent DairyGen au nom de l'industrie de la génétique des bovins laitiers. Le mode de fonctionnement est similaire à celui suivi par les PLC avec le CCSPL.

Ces réalisations ne sont que quelques-uns des exemples de collaboration qui ont été rendus possibles par l'investissement direct des PLC dans la recherche en production laitière. Les PLC sont devenus un joueur dans cette arène et, avec les autres joueurs, ils participent aux décisions concernant le cours des événements que devaient prendre les recherches en production laitière au Canada.

Le symposium d'aujourd'hui est l'un des résultats de ce partenariat. Les présentations concernent des résultats de recherche issus de projets co-financés par les producteurs de lait et les programmes gouvernementaux. Le but de ce symposium est de communiquer aux producteurs l'information générée par ces projets de recherche.

Je suis confiant que cette rencontre sera couronnée de succès, car elle permettra de renforcer la communication entre les chercheurs et les producteurs et qu'il s'agit d'une parmi plusieurs activités destinées à rendre la meilleure technologie accessible aux producteurs laitiers canadiens.

Vos commentaires m'intéressent au plus haut point et je nous souhaite à tous une rencontre des plus fructueuses. ▲

Effet du type d'acide gras sur la reproduction de la vache laitière

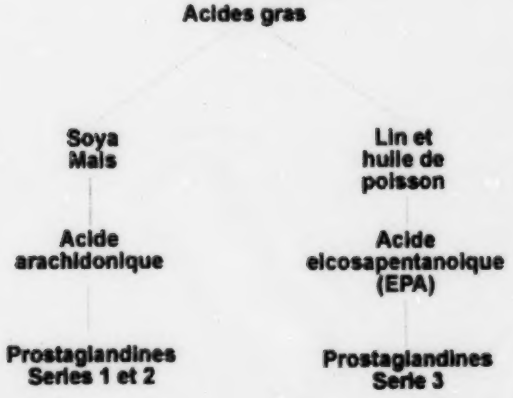
Hélène V. Petit
Centre de recherche et de développement sur le bovin laitier et le porc, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Lennoxville, Québec

Depuis quelques années, notre consommation de produits laitiers suscite certaines inquiétudes. La composition du gras du lait a été critiquée car celui-ci contient plus d'acides gras saturés et moins d'acides gras polyinsaturés que le gras végétal ou l'huile de poisson. L'ingestion d'acides gras saturés a été liée à l'augmentation de la fréquence des crises cardiaques et des maladies cardio-vasculaires, alors que la consommation d'acides gras polyinsaturés a été associée à une baisse du nombre de problèmes cardiaques et du cholestérol. Par conséquent, les nutritionnistes en science animale ont commencé à servir aux bovins laitiers des acides gras polyinsaturés protégés contre la dégradation microbienne du rumen, afin de modifier la composition en acides gras du lait. Par exemple, une supplémentation avec des acides gras polyinsaturés comme l'acide linolénique a augmenté la proportion d'acides gras oméga-3 du gras du lait (voir le compte-rendu de Kennelly, 1996), ce qui répond aux recommandations en matière de santé humaine. Par contre, on dispose de peu d'information sur les effets de ces acides gras sur la reproduction de la vache laitière. On sait toutefois que l'apport de gras améliore l'équilibre énergétique de la vache et que celle-ci reprend plus tôt son cycle reproductif à cause d'une croissance et d'un développement accrus des follicules (Grummer et Carroll, 1991).

Synthèse des prostaglandines

Quel est le lien entre la nutrition et la reproduction? Les prostaglandines (PG) sont des substances actives synthétisées à partir des gras de la ration et impliquées dans la reproduction. Il y a deux voies principales (figure 1) pour la synthèse des PG : la première est utilisée par la plupart des sources de gras de la ration (p. ex. le maïs et le soya, des sources d'acides gras oméga-6) et mène à la formation des PG des séries 1 et 2; la seconde voie est plus spécifique aux produits dérivés du poisson et au lin (des sources d'acides gras oméga-3) et mène à la formation des PG de série 3. En conséquence, selon la voie utilisée pour la synthèse des PG, le type et le rôle des PG qui en résulteront seront différents. Les PG de la série 2 sont importantes au moment du vêlage; quant aux PG des séries 1 et 3, leurs rôles sont encore obscurs.

Figure 1. Voies métaboliques possibles pour la synthèse des prostaglandines.



Effets des acides gras polyinsaturés sur la reproduction

Les mécanismes potentiels par lesquels l'apport supplémentaire de gras peut influencer la performance reproductive comprennent la stimulation de la synthèse des PG et la sécrétion et l'amélioration de l'utilisation du cholestérol pour la synthèse de la progestérone. Le nombre de jours entre le vêlage et la première ovulation a été relié à l'équilibre énergétique maintenu durant les trois semaines suivant le vêlage. Cependant, Lucy *et al.* (1992) ont montré que ce sont les acides gras et non l'énergie supplémentaire fournie par les acides gras qui stimulent l'ovaire et permettent le développement de follicules de taille importante. La composition des acides gras de la paroi de la cellule est modifiée par les acides gras alimentaires (Thatcher *et al.*, 1994), ce qui pourrait modifier l'activité des tissus reproducteurs. Par exemple, l'huile de poisson retarde l'apparition de la première ovulation chez la rate (Zhao *et al.*, 1992). Ces résultats suggèrent que les acides gras utilisant des voies métaboliques différentes peuvent avoir des effets différents sur la reproduction, bien que peu d'information ait été publiée sur les effets des acides gras sur la fertilité de la vache laitière.

Dans le cadre d'un projet mené en collaboration avec l'*Institute of Grassland and Environmental Research* du Royaume-Uni, nous avons vérifié si la reproduction des vaches laitières était affectée par le type d'acide gras incorporé à la ration, si ces derniers empruntaient deux voies métaboliques distinctes. En tout, 35 vaches laitières ont été alimentées de la semaine 10 à la semaine 20 de lactation avec soit du Megalac, soit du lin traité à la formaldéhyde comme source principale de gras. Les rations étaient équivalentes pour ce qui est de la protéine, de l'énergie et du gras; elles étaient composées à 80% d'ensilage de ray-grass et à 20% de concentrés. Le taux de gestation à la première insémination artificielle était de 59% pour les vaches ayant reçu du Megalac, comparativement à 89% pour celles ayant reçu du lin, ce qui indique que le type de gras de la ration a un effet important sur la reproduction (Petit *et al.*, 1998).

Les fourrages pourraient aussi avoir un effet sur la reproduction. Chassagne et Barnouin (1992) ont observé que les niveaux sanguins de PG étaient plus faibles chez les vaches recevant de l'ensilage de graminées que chez celles recevant de l'ensilage de maïs. L'ensilage de graminées contient plus d'acide linolénique et moins d'acide linoléique que l'ensilage de maïs, ce qui a entraîné davantage de rétention placentaire chez les vaches recevant de l'ensilage de graminées que chez celles ayant reçu de l'ensilage de maïs. Comme l'acide linolénique est un inhibiteur de la synthèse des PG, un ratio élevé acide linolénique : acide linoléique (ensilage de graminées) pourrait par conséquent provoquer la rétention placentaire. Ceci suggère que la composition des acides gras des fourrages pourrait avoir d'importants effets sur la reproduction des vaches.

Recherche en cours

Un projet de recherche a été réalisé par l'Institut laitier et fourrager de l'Atlantique à Fredericton, au Nouveau-Brunswick et par le Centre de recherche et de développement sur le bovin laitier et le porc de Lennoxville, au Québec, dans le but d'améliorer la performance reproductrice des vaches laitières à qui on servait différentes sources de gras dans la ration. Dans le cadre de ce projet, les 90 vaches de l'étude recevaient une des trois sources de gras suivantes : du Megalac, de la fève soya micronisée ou de la graine de lin entière. Toutes les rations totales mélangées (RTM) étaient équivalentes pour ce qui est de la protéine, de l'énergie et du gras; les rations étaient à base d'ensilages de graminées et de maïs. Il y avait 45 vaches à chaque site d'expérimentation. Le Megalac et le soya utilisent la même voie pour la synthèse des PG, tandis que le lin utilise l'autre voie. On a noté les paramètres de reproduction suivants : taux de gestation à la première, deuxième et troisième saillie par IA, longueur du cycle, synthèse des PG, développement folliculaire, mortalité embryonnaire et taux de progestérone dans le lait. Les données de production ont également été mesurées : production de lait et sa composition, ingestion alimentaire,

digestibilité et formule sanguine. Toutes ces données sont présentement sous analyse.

Un autre projet devrait être mené en 2000 par l'Institut laitier et fourrager de l'Atlantique, le Collège d'Alfred de l'Université de Guelph et le Centre de recherche et de développement sur le bovin laitier et le porc. Ce projet examinera l'effet sur la reproduction et la réponse immunitaire de différents types d'acides gras servis aux vaches laitières. On sait que le gras de la ration est utilisé pour la synthèse de facteurs chargés de prévenir et de lutter contre les maladies. Comme on l'a mentionné pour la synthèse des PG, l'efficacité de ces facteurs variera selon la voie métabolique utilisée pour leur synthèse. Le but ultime de ce projet est d'améliorer la performance reproductrice et la réponse immunitaire de la vache laitière en utilisant une meilleure stratégie alimentaire.

Références

1. Chassagne, M. et J. Barnouin. 1992. Circulating PgF2 and nutritional parameters at parturition in dairy cows with and without retained placenta: relation to prepartum diet. Theriogenology 38:407-418.

2. Grummer, R.R. et D.J. Carroll. 1991. Effects of dietary fat on metabolic disorders and reproductive performance of dairy cattle. J. Anim. Sci. 69:3838-3852.

3. Kennelly, J.J. 1996. The fatty acid composition of milk fat as influenced by feeding oilseeds. Anim. Feed Sci. Technol. 60:137-152.

4. Lucy, M. C., J. D. Savio, L. Badinga, R. L. De La Sota et W. W. Thatcher. 1992. Factors that affect ovarian follicular dynamics in cattle. J. Anim. Sci. 70:3615-3626.

5. Petit, H. V., R. J. Dewhurst, J. G. Proulx, M. Khalid et W. Haresign. 1998. Milk yield and reproduction of dairy cows fed saturated or unsaturated fat. J. Dairy Sci. 81 (Suppl. 1):302.

6. Thatcher, W. W., C. R. Stales, G. Danet-Desnoyers, B. Oldick et E.-P. Schmitt. 1994. Embryo health and mortality in sheep and cattle. J. Anim. Sci. 72 (Suppl. 3):16-30.

7. Zhao, Z., B. Benson et J.L. Logan. 1992. Dietary fish oil delays puberty in female rats. Biol. Reprod. 47:998-1003. ▲

Contribution de l'azote des fourrages dans l'alimentation des ruminants

Daniel Ouellet et Robert Berthiaume
Centre de recherche et de développement sur le bovin laitier et le porc, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Lennoxville, Québec

Mise en situation

L'azote représente le nutriment majeur le plus coûteux de la ration des ruminants. Il constitue un élément essentiel pour le maintien de la santé de l'animal et pour la sécrétion du lait, la production de viande et de laine. Pour le producteur agricole, les fourrages représentent une source économique de nutriments, incluant l'azote. Ils peuvent être offerts sous formes de matière fraîche, de foin sec ou d'ensilage. Au Québec et en Ontario, plus de 80% des producteurs laitiers utilisent de l'ensilage d'herbe dans leurs rations (Lefebvre *et al.*, 1995; OMAFRA, communication personnelle). Quels sont donc les effets de l'azote fourni par les ensilages d'herbe sur le métabolisme du système digestif? Peut-on améliorer l'utilisation de l'azote

ingéré et ainsi réduire son gaspillage? Ce sont ces aspects du métabolisme azoté qui seront discutés dans les lignes qui suivent.

L'ensilage et le rumen

Pour faciliter l'étude de l'azote des fourrages, on peut diviser ce nutriment en trois classes : 1) les protéines, 2) l'ammoniaque 3) les peptides et les acides aminés. Lors du processus de fermentation de l'ensilage, une forte proportion de l'azote protéique sera scindée en composants azotés de poids moléculaire plus faible, soient en peptides et acides aminés ou en ammoniaque (tableau 1). Puisque l'azote se présente maintenant sous des formes diverses, il empruntera des voies métaboliques multiples chez l'animal (figure 1). Ceci amène les chercheurs à étudier les mécanismes impliqués dans l'utilisation de l'azote dans le but d'en optimiser l'utilisation. En général, la digestion de l'azote protéique au niveau du rumen sera déterminée par la résistance des protéines à l'attaque microbienne. Par contre, l'ammoniaque (NH3) sera utilisée rapidement par les microorganismes contenus dans le milieu s'il y a assez d'énergie disponible et s'il existe un bon synchronisme dans la disponibilité de ces deux nutriments. Sinon, une fraction appréciable de l'ammoniaque sera absorbée par la paroi du rumen, ce qui représente une perte dans l'efficacité digestive. La troisième fraction, les peptides et acides aminés, seront généralement utilisés par les microorganismes ou encore évacués vers les compartiments digestifs qui suivent le rumen. Comme on peut le constater, les proportions de chacune des formes d'azote influenceront le métabolisme au niveau du rumen, ce qui aura des répercussions sur l'animal tout entier.

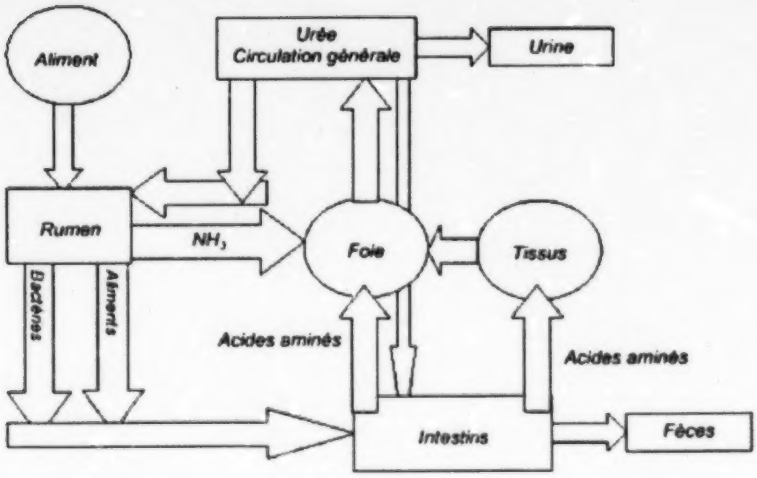
Tableau 1. Distribution moyenne de l'azote des fourrages (% de l'azote total).

	% N protéique	% N ammoniacal	% N peptidique et N sous forme d'acides aminés et autres
Pâturage	75-90	< 1.5	10-25
Foin	60-85	----	15-30
Ensilage	30-45	5-15	45-70

(Woolford, 1984; Petit et Flipot, 1992; Van Soest, 1994).

Chez les ruminants, la digestibilité apparente de l'azote est d'environ 66% et varie selon la nature de la ration et l'état physiologique de l'animal (NRC, 1984). Ceci revient à dire qu'un ruminant qui consomme 400 g d'azote par jour en utilisera ou « métabolisera » 260 à 280 g par jour.

Figure 1. Représentation schématique des voies majeures du métabolisme de l'azote chez les ruminants (Adapté de Van Soest, 1994)



Au-delà du rumen

De par sa position anatomique, le système digestif est le premier utilisateur des nutriments provenant de la ration. Les acides aminés sont absorbés au niveau du petit intestin et sont acheminés principalement au foie par la veine porte. Or, deux équipes de chercheurs ont remarqué que le sang qui recueille les acides aminés absorbés en contient davantage que le sang qui arrive au foie. Si on fait le parallèle avec une érablière sous tubulure, c'est comme si l'eau d'érable était plus riche en sucre à la sortie des érables qu'à l'entrée de la cabane. Tagari et Bergman (1978) ont suggéré que le système digestif utilisait 30 à 80% des acides aminés absorbés. Selon eux, ces acides aminés seraient transformés ou consommés de manière préférentielle lors de leur passage dans la muqueuse intestinale. C'est un peu comme si les chalumeaux consommaient une partie du sucre pour fonctionner. Des travaux plus récents de MacRae *et al.* (1997) suggèrent une utilisation plus précise des acides aminés par le système digestif d'environ 60%. Selon ces travaux cependant, l'utilisation des acides aminés par le système digestif se ferait surtout par les quatre estomacs de la vache (rumen, réticulum, omasum et abomasum). Cela crée un influx de sang pauvre en acides aminés qui vient diluer le sang qui circule entre les intestins et le foie. Pour continuer notre comparaison avec l'érablière, c'est comme si le voisin était branché sur votre système de tubulure, passait votre eau d'érable dans un système d'osmose et retournait l'eau pure dans votre système. Le voisin, dans le cas du système digestif, c'est l'estomac de la vache.

Des recherches menées au Centre de recherche et de développement sur le bovin laitier et le porc de Lennoxville indiquent que chez des bouvillons en croissance alimentés avec de l'ensilage d'herbe, plus de 66% de l'azote arrivant au foie est sous forme d'ammoniaque (Ouellet, 1994). De plus, cette étude révèle que le foie a la capacité de convertir totalement cette ammoniaque en urée. Cependant, à long terme, cette transformation en urée pénalise l'animal de deux façons. D'abord, la formation d'une molécule d'urée requiert de l'énergie. En fait, ceci représente 7% de l'énergie utilisée par le foie (McBride et Kelly, 1990). En second lieu, cette opération consomme des acides aminés. En effet, certains acides aminés sont utilisés de façon préférentielle pour fournir le deuxième atome d'azote nécessaire à la formation de l'urée, le premier atome d'azote étant venu de l'ammoniaque (Lobley *et al.*, 1995; Mutsvangwa *et al.*, 1997). Ces acides aminés, qui auront servi à faire de l'urée, ne seront plus disponibles pour la production laitière ou la formation du foetus. Il faut donc limiter la quantité d'ammoniaque produite pour réduire le coût énergétique et éliminer la perte d'acides aminés. Un choix judicieux des espèces fourragères et des techniques adéquates de fabrication des ensilages, tels le stade de récolte adéquat, un préfanage bref et une baisse rapide du pH, réduisent la

protéolyse de l'azote et améliorent les performances de l'animal (pour plus de détails, consulter Lafrenière *et al.*, 1998). L'utilisation de suppléments relativement résistants à la dégradation dans le rumen ou d'acides aminés protégés de la dégradation ruminale sont des exemples qui, dans certaines circonstances, aident à améliorer l'utilisation de l'azote alimentaire (Ouellet, 1994; Blouin *et al.*, 1995). Il arrive aussi qu'un bon synchronisme entre la disponibilité de l'ammoniaque et celle des glucides dans le rumen favorise la synthèse microbienne et réduise le gaspillage de l'ammoniaque (Kolver *al.*, 1998).

Le recyclage de l'azote

L'urée qui a été produite par le foie est éliminée en grande partie dans l'urine (Huntington, 1989). Cette perte représente environ 30% de l'azote ingéré (Ouellet, 1994; Petit *et al.*, 1997). Si on tient compte de la digestibilité apparente de 66% mentionnée plus tôt, le bilan global indique que seulement 35% de l'azote ingéré servira à l'animal et à la production. De plus, les pertes urinaires et fécales représentent des sources d'azote importantes qui sont dommageables pour l'environnement et elles doivent être réduites au minimum.

À cet effet, les ruminants possèdent un mécanisme que les nutritionnistes peuvent exploiter : le recyclage de l'azote. Il a été démontré que ce recyclage est plus important lorsque la ration est pauvre en azote. Le recyclage de l'urée s'effectue par la salive, la paroi du rumen ou celle de l'intestin (Nolan, 1974). Avec une ration riche en luzerne, on a observé que le retour de l'azote s'opérait principalement dans le tissu gastro-intestinal (Huntington, 1989). À l'opposé, une ration riche en concentrés amène un retour via la salive et la paroi du rumen (Huntington, 1989). Le fait qu'il existe des mécanismes pour récupérer une portion de l'azote par diverses voies indique qu'il est envisageable de travailler sur cet aspect du métabolisme de l'azote pour en améliorer l'utilisation.

Conclusion

Les ruminants ont la capacité de valoriser les fourrages via l'action des microorganismes contenus dans le rumen. Les microorganismes ont un besoin essentiel en azote pour croître. Cependant, les formes sous lesquelles on retrouvera l'azote contenu dans les fourrages en détermineront l'utilisation. La digestibilité apparente indique qu'une portion significative de l'azote qui arrive à l'intestin est perdu dans les fèces. De plus, l'ensilage d'herbe contient une quantité fort importante d'azote non protéique qui sera largement absorbé par la paroi du rumen et passera au foie pour être converti en urée. La formation de l'urée demande de l'énergie et consomme des acides aminés. Bien qu'il existe un processus de recyclage d'azote, ces molécules d'urée seront largement excrétées dans l'urine, ce qui réduit l'efficacité de l'utilisation de l'azote et augmente la pollution.

Une régie adéquate lors de la fabrication de l'ensilage réduira la protéolyse. L'ajout de suppléments d'acides aminés protégés de la dégradation dans le rumen ou une meilleure capacité à combler les besoins spécifiques de l'animal via la formulation des rations peut réduire le gaspillage d'azote. Il est de plus possible d'améliorer l'utilisation des composantes azotées en contrôlant ou en manipulant le métabolisme de l'azote dans le foie et les intestins.

Ouvrages cités

Blouin, J.P., J.F. Bernier, G.E. Lobley, C.K. Reynolds, P. Dubreuil et H. Lapierre. 1995. J. Dairy Sci. 78 (Suppl. 1):213 (Résumé).

Huntington, G.B. 1989. Can. J. Anim. Sci. 69:215-223.

Kolver E., L.D. Muller, G.A. Varga et T.J. Cassidy. 1998. J. Dairy Sci. 81:2017-2028.

Lafrenière, C., R. Berthiaume, R. Drapeau et A. Amyot. 1998. Colloque sur les plantes fourragères. L'ensilage: du champs à l'animal. Conseil des productions végétales inc. p. 59-108.

Lefebvre, D., J. Simard et D. Marchand. 1995. Le producteur de lait québécois, 15 (6):41-44.

Lobley, G.E., A. Connell, M.A. Lomax, D.S. Brown, E. Milne, A.G. Calder et D.A.H. Farningham. 1995. Br. J. Nutr. 73:667-685.

MacRae, J. C., L.A. Bruce, D.S. Brown, D.A.H. Farningham et M. Franklin. 1997. J. Anim. Sci. 75:3307-3314.

McBride, B.W. et J.M. Kelly. 1990. J. Anim. Sci. 68:2997-3010.

Mutsvangwa, T., J.G. Buchanan-Smith et B.W. McBride. 1997. Can. J. Anim. Sci. 75:1149-1159.

Nolan, J.V. 1974. Proc. of the IV International Symposium on Ruminant Physiology. p. 416-431.

NRC, 1984. Nutrient requirements of domestic animals. Nutrient requirements of beef cattle. 6th ed. NAS-NRC, Washington, DC. p. 90.

Ouellet, D.R. 1994. Thèse de doctorat, Université Laval. p.183.

Petit, H.V. et P.M. Flipot. 1992. J. Anim. Sci. 70:867-875.

Petit, H.V., R. Rioux et D.R. Ouellet. 1997. J. Dairy Sci. 80:3377-3385.

Tagari, H. et E.N. Bergman. 1978. J. Nutr. 108:790-803.

Van Soest, P.J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. Ithaca, Comstock. p.476.

Woolford, M.K. 1984. The silage fermentation. New York, M. Dekker. p. 350.

▲

Les biotechnologies au service de la production laitière

David R. Glimm et John J. Kennelly
Centre de recherche et de technologie laitière, Département des Sciences de l'agriculture, de l'alimentation et de la nutrition, Université de l'Alberta, Edmonton

Le succès de l'industrie laitière canadienne est impressionnant et principalement dû à ses assises basées sur le savoir et la science, qui font qu'elle demeure à l'avant-scène de l'innovation technologique. Cependant, face à la mondialisation et à l'ouverture des marchés qui s'ensuit pour le lait et les produits laitiers, cette industrie est présentement en pleine mutation. En dépit de l'incertitude associée au changement, il y a de bonnes raisons de croire que notre industrie pourra rester compétitive. À cet égard, de nouvelles occasions de recherche et développement remarquables sont offertes par l'application de nouvelles biotechnologies et il n'y a aucun doute qu'elles auront un impact très positif sur la future R-D en appui de l'industrie laitière du Canada.

La position du Canada en tant que leader mondial en matière de biotechnologie, à la fois pour sa qualité de science et pour son infrastructure, fournit un terrain fertile pour la R-D en biotechnologie laitière. Par le biais de l'application de biotechnologies, les chercheurs laitiers s'engagent de plus en plus dans des approches interdisciplinaires pour générer un nouveau savoir et des solutions pour l'industrie qu'ils servent. Cette nouvelle tendance offre de nombreuses opportunités pour la découverte et l'invention. Cependant, on ne doit pas sous-estimer le fait que la transformation du savoir à partir de cette recherche de pointe en solutions pour l'industrie demeurera une composante critique pour le succès futur du secteur commercial de l'industrie laitière canadienne. Cela étant dit, le présent survol du potentiel des biotechnologies susceptibles de bénéficier à la production laitière visera à montrer qu'on ne manquera pas de perspectives excitantes en science laitière en ce début de nouveau millénaire.

Biotechnologie – Une définition
Le mot «biotechnologie» est un terme parapluie, couvrant une large gamme d'applications scientifiques utilisées dans plusieurs disciplines. Le gouvernement fédéral définit la biotechnologie comme «l'application de la science et du génie dans l'utilisation directe ou indirecte d'organismes vivants ou de parties d'organismes vivants, sous une forme naturelle ou modifiée». La Stratégie nationale en matière de biotechnologie du Canada réfère à la biotechnologie comme à une puissante «technologie facilitante», avec des applications dans plusieurs secteurs et qui est une source de promesse pour le futur. Par conséquent, la biotechnologie agricole est l'application de ces nouvelles technologies moléculaires, avec comme objectif global d'apporter des bénéfices aux producteurs, transformateurs et consommateurs de produits agricoles. Dans le secteur de la production laitière, les avantages des biotechnologies se réaliseront par une efficacité et une durabilité accrues de la production, de même que par une amélioration encore plus poussée du bien-être animal. On s'attend également à des améliorations dans le domaine du diagnostic et du traitement des maladies, spécialement de la mammite, de même qu'à d'autres améliorations pour d'autres caractères comme la performance reproductive.

La génomique fonctionnelle et la bioinformatique
Il est difficile de parler des biotechnologies, à plus forte raison de fournir une vision de leur potentiel pour l'industrie, sans faire référence à une de leurs plus remarquables qualités: leur évolution rapide. La croissance exponentielle des biotechnologies est appuyée par des plateformes de recherche qui semblent s'améliorer sans cesse, sans qu'on en voie la fin. Ainsi, les recherches de la dernière décennie en matière de gênes et de génome ont conduit à une révolution de la recherche génomique. En retour, cette croissance a engendré un nouveau champ scientifique, au développement probablement encore plus rapide, appelé *génomique fonctionnelle*. Cette révolution a certainement changé notre perception de la recherche biologique et servira d'appui à la plupart des biotechnologies de demain, sinon à toutes, incluant celles qui seront appliquées en recherche en production laitière.

La génomique fonctionnelle fait référence à une analyse moléculaire détaillée, par laquelle les fonctions des gênes individuels sont étudiées dans le contexte de tous les gênes présents dans une cellule et, en bout de ligne, au niveau de l'organisme entier. Inimaginable il y a seulement cinq ans, il est récemment devenu possible d'étudier l'expression de milliers de gênes en simultané, en utilisant de nouvelles technologies d'expression de la génétique. D'autres nouvelles technologies puissantes sont les technologies des marqueurs exprimés, utilisées pour identifier des gênes auparavant inconnus, et les technologies des biopuces, qui s'avèrent utiles pour une gamme variée d'applications, de la détection des polymorphismes de nucléotides simples (connus sous l'abbréviation anglaise de SNP) à

l'analyse de l'expression des gênes, en passant par l'analyse rapide des liaisons génétiques. Applicables en recherche avec n'importe quelle espèce, ces nouvelles technologies permettent de la recherche sophistiquée qui génère des volumes d'informations et de données tellement imposants que cela a conduit à un autre champ appel *bioinformatique*.

La bioinformatique va au-delà de la simple gestion de données, en cherchant à fournir des outils d'analyse de l'information multidimensionnelle venant de l'analyse globale de l'expression des gênes et de leur relation avec la structure et la fonction des protéines. Le défi de taille que représente la production de données à si grande échelle a été discuté dans l'édition inaugurale de la nouvelle revue *Physiological Genomics*. On y faisait état qu'une expérience utilisant 300 souris pour explorer l'expression de seulement 200 gênes résultait en la production de plus de 15 millions de points de données. De même, en complétant le séquençage de l'ADN au sein du Projet sur le génome humain au cours des prochaines années, on obtiendra de l'information sur le génome humain contenant près de 3,5 milliards de paires de bases et de 75 à 100 000 gênes. La gestion de cette quantité de données représente un défi énorme. Bien que le séquençage des génomes des espèces à potentiel agricole, incluant les bovins, n'est pas encore faisable pour l'instant, l'exploitation de l'information tirée de la base de données du génome humain par l'application des stratégies de bioinformatique par les scientifiques du domaine laitier est susceptible de bénéficier grandement à l'industrie laitière.

Une autre initiative à grande échelle en matière de génome vise à créer un grand catalogue génomique des variations d'ADN (c.-à-d. les SNP). Bien que ces données sur le polymorphisme auraient une valeur ajoutée si elles étaient liées à une information biologique détaillée, les compagnies privées commanditent de gros projets de recherche, principalement basés sur l'utilisation de la technologie des biopuces, afin de faire un balayage *(scan)* du génome, identifier les SNP et les faire breveter. Plusieurs compagnies de biotechnologie s'engagent dans cette course pour développer des systèmes de dépistage des SNP et, évidemment, pour trouver les SNP en tant que tels. Le développement de nouvelles technologies pour identifier façon plus efficace les SNP aura des effets bénéfiques immédiats pour la communauté scientifique du secteur laitier. La valeur potentielle de la découverte de SNP au sein du génome bovin, particulièrement pour les gênes responsables des caractères d'importance économique, a amené des investissements accrus de l'industrie dans la recherche génômique chez les bovins.

La biotechnologie au service de la production laitière.
Bien que tous les outils de biotechnologie ne soient pas encore disponibles de façon routinière pour les scientifiques laitiers, une nouvelle vision de la recherche laitière qui englobera les biotechnologies est en train de se développer en tant qu'assises clés de la recherche laitière au Canada au 21e siècle. Les chercheurs laitiers de partout au pays intègrent de plus en plus les biotechnologies dans leurs programmes de recherche. Résultat: il en ressort de plus en plus des collaborations interdisciplinaires de valeur.

Notre groupe de recherche en production laitière applique depuis plus de dix ans une approche moléculaire en recherche pour l'exploration des questions biologiques en production laitière. Comptant sur notre position de tête dans l'analyse des gênes, nous sommes bien positionnés pour continuer à tendre le champ et la portée de notre programme de recherche laitier basé sur la biotechnologie. À cette fin, nous sommes restés à la fine pointe en intégrant de nouvelles technologies sophistiquées et puissantes dans notre programme de recherche. Il y a plusieurs années, lorsque la technologie d'expression des gênes est apparue, nous avons reconnu dès lors son énorme potentiel et l'avons intégrée dans notre programme de recherche. Nous l'avons appliquée dans des projets pour étudier la

physiologie des cellules épithéliales de la glande mammaire et les mécanismes de régulation de l'ingestion alimentaire chez les bovins laitiers.

Au sein du projet sur l'ingestion alimentaire, nous analysons l'expression simultanée de tous les gênes exprimés dans les cellules épithéliales du intestin (duodénum) de bovins laitiers qu'on a fait jeûner et qu'on réalimente. En conséquence, pour la première fois, par l'application de cette biotechnologie puissante, nous sommes capables d'analyser les changements génétiques dans les cellules intestinales des bovins, dans le but de découvrir de nouveaux gênes impliqués dans la régulation de l'ingestion alimentaire. Nous continuons à incorporer des améliorations au fur et à mesure que la technologie évolue rapidement et se perfectionne. Chaque essai expérimental permet à l'heure actuelle l'analyse de l'expression d'environ 4500 gênes. À date, nous avons identifié plus de 30 gênes intéressants qui sont chacun à un stade différent de caractérisation. Ce qui ne nous étonne guère, c'est que la plupart des gênes que nous avons identifiés comme étant des acteurs potentiels de la régulation de la faim ou de la satiété sont des nouveaux gênes qui n'avaient jamais encore été identifiés par séquençage d'ADN ou d'autres méthodes de caractérisation.

Un autre de nos projets de recherche, destiné à agir en complément à notre quête de gênes d'importance économique pour l'industrie laitière, a l'application de la biotechnologie pour commercialiser le génotypage de la protéine laitière. Avec la mise en place du paiement du lait selon ses composants, le temps est maintenant venu de commencer à tout le moins à incorporer l'information génétique concernant la composition du lait dans les critères utilisés pour prendre les décisions en matière de sélection. Le but ultime de ce projet est de mettre en place notre technologie de génotypage et l'infrastructure nécessaire pour effectuer un génotypage de routine et à grand échelle des vaches et taures de remplacement au sein de l'industrie laitière canadienne.

En résumé, il y a une utilisation croissante des biotechnologies dans les programmes de recherche laitière en appui de l'industrie laitière au Canada. L'attrait principal de ces nouvelles et puissantes technologies réside dans les occasions nombreuses qu'elles offrent pour la découverte et l'acquisition de nouveau savoir. Il y a peu de doute à l'effet que ce nouveau savoir sera nécessaire pour répondre aux besoins de l'innovation technologique pour l'industrie laitière canadienne au 21e siècle. ▲

Le lait modifié qui sauvera des vies

François Pothier
Professeur titulaire, Département des sciences animales, Université Laval, Ste-Foy, Québec

La domestication des animaux, souvent accompagnée de changements de formes et de fonctions, fait partie de notre culture depuis des millénaires. Non seulement cette action de l'homme sur la génétique animale a-t-elle contribué à bonifier certains caractères zootechniques, mais de plus elle a permis d'augmenter la diversité animale en générant des animaux qui ne seraient jamais apparus autrement. La sélection génétique, telle que pratiquée depuis plusieurs décennies, est de plus en plus supportée par de nouvelles approches moléculaires qui permettent d'analyser les gènes importants pour les différentes productions et d'accélérer l'amélioration génétique. Dans la foulée des innovations biotechnologiques, la transgénèse s'est implantée comme une technique puissante pour modifier le phénotype d'un animal.

Par définition, un animal transgénique est un animal qui porte dans son matériel génétique un gène nouveau introduit par l'homme : c'est en

quelque sorte un animal sur mesure! Comme le gène étranger est introduit très tôt au cours du développement de l'embryon, ce gène se retrouvera dans toutes les cellules de l'animal et pourra être transmis à la progéniture. Bien que la transgénèse fut d'abord appliquée aux souris en vue de développer des modèles pour étudier des maladies humaines (cancer, sida, Alzheimer), *on a rapidement tenté de transférer des gènes d'intérêt chez les espèces domestiques.*

En 1985 naissait aux États-Unis le premier porc transgénique. Un gène, construit en laboratoire et permettant la surexpression de l'hormone de croissance chez cette espèce, eut comme effet de réduire significativement la quantité de gras total, tout en favorisant une augmentation de la croissance de 17% et une meilleure utilisation des aliments. La première vache transgénique générée au début des années 90 a vu le jour en Hollande. Cette vache synthétise de la lactoferrine humaine dans son lait. Il s'agit d'une protéine qui lie le fer et qui est pratiquement absente dans le lait de vache, mais dont le nourrisson humain a besoin pour se protéger contre les infections gastro-intestinales. Cette vache transgénique offre donc maintenant un lait qui se rapproche un peu plus du lait maternel humain. La grande similitude de certaines séquences d'ADN entre les différentes espèces animales explique le succès de ces transferts génétiques. Malgré certaines embûches techniques, plus d'une cinquantaine d'animaux transgéniques domestiques porteurs de transgènes variés ont été générés à ce jour.

Par opposition aux techniques traditionnelles de sélection génétique, à travers lesquelles plusieurs gènes sont transmis du même coup sans qu'on en ait vraiment le contrôle, la transgénèse permet de modifier un seul gène à la fois. Les animaux obtenus peuvent par la suite être croisés avec différentes races sans que cela ne nuise au nouveau caractère transgénique. On conserve ainsi une grande diversité au niveau des reproducteurs.

Diriger efficacement l'expression du transgène
De façon caricaturale, on peut dire qu'un gène est formé de deux parties. L'une est appelée promoteur ou séquence régulatrice. Elle permet de diriger la synthèse de la protéine codée, dans le bon tissu au bon moment. C'est elle qui «conduit» l'autre partie, qui lui donne le signal de départ, la vitesse et lui dit qu'il est temps d'arrêter. L'autre partie encode les séquences d'acides aminés qui formeront la protéine. Les outils de la biologie moléculaire nous permettent d'isoler un gène, de disséquer ses parties et de reconstruire des gènes nouveaux qui n'existent pas dans la nature. À titre d'exemple, l'expression d'une protéine humaine sera provoquée dans le lait d'une brebis, en fusionnant les séquences régulatrices d'un des gènes de caséine avec la partie codant pour le facteur humain. Au moment de la lactation, la brebis synthétisera, en plus des différentes composantes normales du lait, une protéine supplémentaire correspondant au gène humain ciblé. La plupart des séquences régulatrices des gènes des caséines ont été identifiées et sequencées chez la vache, la brebis et la chèvre. Leur efficacité à diriger l'expression de protéines étrangères dans le lait a été démontrée dans des souris transgéniques.

La glande mammaire comme bioréacteur
Chez les espèces comme la vache, le mouton et la chèvre, l'intérêt des manipulations transgéniques se situe au niveau de la glande mammaire. Trois types d'applications sont envisagés :

1- Modifier les composantes naturelles du lait pour l'adapter aux besoins de l'industrie de la transformation.
2- « Humaniser » le lait de vache en introduisant des protéines humaines en soustrayant des protéines indésirables.
3- Utiliser le pis comme un bioréacteur pour la synthèse de protéines

thérapeutiques destinées à la consommation humaine.

Cette dernière application a suscité beaucoup d'intérêt de la part des compagnies pharmaceutiques. Déjà au début des années 90, l'insuline humaine recombinante était fabriquée à partir de bactéries modifiées génétiquement. Tout comme l'hormone de croissance, l'insuline est une molécule simple qui n'exige pas de transformations après sa synthèse. Une fois le gène humain introduit dans les bactéries, ces dernières vont se multiplier et produire d'énormes quantités d'hormones à un coût minime. Or, ce procédé ne convient pas à tous les types de protéines humaines. Certains facteurs humains doivent être transformés (glycosylés ou phosphorylés) pour devenir actifs. La machinerie cellulaire des bactéries ne peut accomplir de telles modifications de sorte que le gène doit être introduit dans des cellules provenant d'êtres supérieurs aux bactéries, les eucaryotes. De tels fermenteurs ont été développés durant les années 70. Cependant, leur coût d'exploitation est prohibitif. Un gramme de protéines humaines générées par ces bioréacteurs est vendu entre 2 000 $ et 3 000 $.

En contrepartie, la glande mammaire constitue un bioréacteur naturel capable de générer plusieurs grammes de protéines par jour. Le fonctionnement en est simplifié puisqu'il suffit de nourrir adéquatement l'animal et de plus, les risques de contamination par des pathogènes humains sont à toute fin pratique nuls. En 1991, la compagnie Genzyme Transgenics produisait le premier animal transgénique synthétisant une protéine recombinante dans le lait : il s'agissait d'une chèvre sécrétant l'activateur de plasminogène humain (contre les caillots de sang). Aujourd'hui, trois compagnies majeures ont recours au pis de l'animal transgénique pour la synthèse de protéines recombinantes humaines. Il s'agit de Genzyme Transgenics (États-Unis), de PPL Therapeutics (Angleterre) et de Pharming (Hollande). L'antithrombine III (un anticoagulant) sera le premier produit pharmaceutique synthétisé dans un pis à être commercialisé en l'an 2000. L'alpha-antitrypsine (contre la fibrose kystique) et le fibrinogène suivront de près chez PPL Therapeutics alors que Pharming assurera la production d'albumine humaine dans le lait de la vache. Les produits issus des animaux transgéniques ont un coût de revient se situant entre 10 $ et 100 $ du gramme. Bien que les produits ci-haut mentionnés soient déjà synthétisés à partir de cellules en culture, la FDA *(Food and Drug Administration)* a exigé qu'ils soient testés de nouveau en phases cliniques avant leur introduction sur le marché. Plus d'une trentaine de produits humains sont en voie d'être purifiés à partir du lait de vaches, de chèvres et de brebis.

Entre le profit et l'éthique

Toutes ces manipulations, bien qu'ayant des visées positives, soulèvent bien sûr des craintes et inquiètent ceux et celles qui y verraient un premier pas vers des applications chez l'humain. Le biologiste se retrouve régulièrement au coeur des grandes questions de la bioéthique. Quels sont les dangers potentiels de ces manipulations pour l' humain? A-t-on le droit de breveter les gènes et le vivant? Où commencent et où s'arrêtent les droits des animaux? Quelles seraient les conséquences si un de ces animaux s'échappait et que le nouveau gène était introduit chez les espèces sauvages?

Le débat, très présent, reste entier. La biologie moléculaire, associée à la possibilité de manipuler des embryons *in vitro*, a permis de reculer les frontières de l'impossible avant même que les balises et les lois n'aient été mises en place. Les discussions entre philosophes, sociologues, scientifiques, politiciens et hommes de loi émergent à peine que des gènes et des animaux transgéniques sont déjà brevetés à travers le monde. Cette réalité nous a amenés depuis plus d'un an à caractériser les gènes de la glande mammaire de l'orignal, car les gènes équivalents chez la vache sont brevetés et ne peuvent être utilisés à des fins commerciales.

Du point de vue du bien-être animal, les animaux transgéniques sont traités suivant les recommandations des comités de bons soins aux animaux. Dû à la valeur que représente un animal transgénique synthétisant une protéine humaine ou considéré comme donneur d'organes, on peut même s'attendre à ce que l'animal soit traité avec plus d'égards.

Mais au-delà des considérations morales, religieuses ou éthiques, le consommateur sera celui qui décidera ultimement de l'avenir des produits découlant des biotechnologies. Dans ce contexte, il devient impérieux d'exposer clairement les processus et d'informer correctement les consommateurs face aux modifications génétiques apportées.

Ces questions devront faire l'objet d'un débat de société qui viendra baliser les règles à suivre en ce début du nouveau millénaire... ▲

Produire du lait avec plus d'Omega-3 et d'acides linoléiques conjugués

Alan H. Fredeen
Département des sciences animales, Collège agricole de la Nouvelle-Écosse, Truro

Introduction

Plus de 2 000 ans après qu'Hippocrate ait exhorté ses congénères à «voir les aliments comme des médicaments et à baser la médecine sur une saine alimentation», plus de 50 éléments nutritifs essentiels ont été identifiés. On découvre encore aujourd'hui des interrelations entre l'alimentation et la santé. Au cours des 15 dernières années, par exemple, nous avons découvert à la fois les composants essentiels et les composants mortels des gras.

La matière grasse du lait contient des acides gras saturés qui, d'une part, lui donnent sa stabilité, mais sont, d'autre part, considérés comme un risque en matière de nutrition. Le lait contient presque tous les éléments nutritifs essentiels. Une de ses faiblesses, cependant, c'est sa carence en acides gras essentiels.

L'acide linoléique conjugué (ALC) et les acides gras oméga-3 peuvent être ajoutés au lait. Les recherches ont montré que l'ALC, un acide gras, possède de grandes vertus anti-cancer. Quant aux acides gras oméga-3, ils peuvent abaisser le taux de lipides dans le sang et offrir une protection contre les réactions dans le sang qui causent les accidents cérébrovasculaires (ACV) ou les « maladies de coeur ». Bien que l'ALC soit normalement présent dans le lait, ce n'est pas le cas pour les acides gras oméga-3. L'industrie laitière pourrait donc tabler sur l'image du lait qui contient naturellement de l'ALC et développer des laits enrichis en acides gras oméga-3 et en ALC.

Régimes synthétiques et santé : le rôle du lait

Les régimes modernes comprennent une proportion élevée d'huiles végétales et de margarine, en vertu des recommandations visant à éviter le cholestérol et les gras saturés. Les avantages escomptés de ce virage ne se sont pourtant pas matérialisés. La fréquence des maladies chroniques, des «maladies de coeur» et du cancer a, en fait, augmenté, ce qui amène un nombre croissant d'experts à croire que manger plus de beurre réduit la fréquence de ces maladies. Les scientifiques ont trouvé que l'effet négatif engendré par l'adoption des huiles végétales en alimentation était dû à la présence accrue, dans les aliments préparés, d'acides gras oméga-6. Ils découlent du processus synthétique de durcissement des huiles et sont présents partout. Des sous-produits toxiques dégagés par les huiles végétales lors de la friture sont aussi largement présents dans notre alimentation.

En même temps que se produisait une augmentation de la consommation des acides gras oméga-6, la consommation des acides gras oméga-3 a dramatiquement chuté dans les régimes des Occidentaux (tableau 1). Bien que ces deux acides gras soient essentiels, ils ont des rôles opposés et doivent être consommés dans des proportions équilibrées.

Tableau 1. Relation entre l'ingestion des acides gras oméga-3 et oméga-6 et la mortalité cardio-vasculaire.

Régime	% d'acides gras dans le régime		Ratio oméga-6/ oméga-3	Mortalité cardio-vasculaire (%)
	Oméga-3	Oméga-6		
Occidentaux	0,5	26	50	45
Asiatiques	21	1,6	12	12
Inuits	6,3	6	1	7

Entre autres choses, les acides gras essentiels sont des précurseurs des prostaglandines (PG), qui agissent comme messagers à l'intérieur des cellules. L'acide gras précurseur oméga-6 produit des prostaglandines qui, chez les humains, sont reliées au cancer, à l'arthrite et à l'athérosclérose. Les PG produites à partir des acides gras oméga-3 ne le sont pas et, qui plus est, elles exercent un important effet préventif contre plusieurs maladies dégénératives comme l'arthrite, le cancer et les ACV. Les acides gras oméga-3 sont également essentiels dès le jeune âge pour le développement de l'oeil et du cerveau. Ils sont aussi nécessaires pour le fonctionnement du système immunitaire.

Plusieurs experts recommandent un ratio alimentaire de 6:1 ou moins d'acides gras oméga-6 versus les acides gras oméga-3. On évalue que la carence en oméga-3, calculée sur la base de l'ingestion et des besoins théoriques, serait élevée dans les pays occidentaux. Le contenu en acides gras oméga-3 et oméga-6 des aliments est très variable (tableau 2). Il est par conséquent très facile de se créer un régime équilibré.

Tableau 2. Contenu en acides gras oméga-3 et -6 de certains aliments (% du gras total).

Source	Oméga-3	Oméga-6	Ratio oméga-6/ oméga-3
Maquereau, Atlantique	2,5	Trace	-
Huile de soja	7,8	7,0	0,9
Carthame	-	75	-
Canola	7	30	4,3
Graine de lin	22,8	6,4	0,3
Beurre	Trace	2	-
Margarine, molle	-	27,1	-
Lait standard	0,1	Trace	-

Les personnes trop occupées ou trop négligentes pour se doter d'un régime équilibré ont besoin d'un apport additionnel en acides gras oméga-3. L'huile de lin, par exemple, est une source d'ALA, un acide gras oméga-3, tandis que les huiles de poisson contiennent de l'acide eicosapentanoïque (EPA) et de l'acide docasahexanoïque (DHA), deux autres acides gras essentiels. Les enfants sont parmi les moins susceptibles de consommer un supplément d'huile ou des aliments qui contiennent des quantités significatives d'oméga-3. Le lait serait un véhicule pratique pour rendre disponible un autre des nombreux éléments nutritifs essentiels dont les enfants en croissance ont besoin. L'enrichissement des aliments est déjà chose courante dans certains pays. En Asie du Sud-Est, les acides gras oméga-3 sont ajoutés à tout, du pain à la gomme à mâcher.

Amélioration du contenu en acides gras du lait

Normalement, le lait ne comporte aucun acide gras oméga-3, à moins que les vaches n'en reçoivent dans leur alimentation, par le biais de farine de poisson ou de lin, par exemple. En conséquence, le ratio des acides gras

oméga-6 versus les oméga-3 du lait est en général plus élevé que recommandé.

L'ALC est produit par les microbes du rumen à partir du principal acide gras contenu dans les plantes : l'acide linoléique. Il est ensuite transporté au pis, où il est incorporé au gras du lait. Dans le cadre d'une étude, on a réussi à hausser de 237% le contenu du lait en ALC lorsque des vaches étaient au pâturage plutôt que nourries à l'ensilage. Lors d'une étude par Lough et Anderson en 1973, le contenu en ALC du lait était passé de 4,6 à 10,9 mg par gramme de matière grasse du lait dans le cas du pâturage. L'acide linoléique conjugué est un élément nutritif d'origine naturelle, possédant de fortes propriétés antioxydantes et anticancérigènes qui peuvent être transférées aux produits laitiers.

Afin de fortifier le lait en acides gras désirables, ces derniers doivent être protégés du rumen et de ses microbes. Les méthodes employées pour arriver à cette fin vont de la régie de la composante « fourrage » de la ration (la voie la plus naturelle), à la supplémentation avec de la graine de lin, nature ou transformée. Également, les huiles de poisson, qui contiennent des DHA et EPA, peuvent être encapsulées afin de les protéger. Les taux réels de transfert des acides gras au lait sont fonction de leur concentration dans le supplément, de l'ampleur de la protection dont ils bénéficient en regard de leur passage dans le rumen, de leur absorption dans le sang, de la conversion métabolique et de leur transfert dans le lait.

La meilleure source de DHA se trouve dans les algues (qui contiennent de 40 à 50% d'huile, dont 40% en DHA), en ce sens qu'il s'agit d'une source riche en DHA qui n'est pas encline à l'oxydation avant d'être servie aux animaux. L'huile de poisson est une autre source de DHA. Elle peut être concentrée pour la rendre encore plus riche en oméga-3. Bien que les huiles de poisson soient plus résistantes à la fermentation du rumen, l'encapsulation augmente leur transfert dans le lait, tout en générant moins d'acides gras en tant que sous-produits dans le rumen.

Il est facile de produire à faible coût des graminées fraîches, contenant de 50 à 75% d'oméga-3. Les fourrages sont déjà au centre de la plupart des systèmes de production laitière. Cependant, ils contiennent des acides LA et ALA, mais pas de DHA en tant que tel. La teneur en acides gras des fourrages est à son maximum dans les graminées fraîches immatures. Le fanage et l'ensilage, le séchage, le temps nuageux et l'accroissement de la maturité contribuent tous à en réduire la concentration. La graine de lin (contenant 80% d'huile à 80% d'ALA) est la meilleure source d'ALA. Elle est également naturellement protégée, en quelque sorte. Son contenu élevé en ALA la rend sensible à l'oxydation.

Les acides gras oméga-3 et les produits de la fermentation des acides gras polyinsaturés réduisent également le contenu en matière grasse du lait, un effet qui pourrait être bénéfique pour ce marché particulier. Des acides gras conjugués spécifiques peuvent également être protégés pour leur transfert au lait.

Autres défis et opportunités
Les acides gras oméga-3 sont enclins à l'oxydation, générant ainsi un mauvais goût inacceptable. On doit traiter avec soin les produits contenant des acides gras afin d'éviter leur oxydation à toutes les étapes : entreposage, incorporation dans les aliments pour vaches en tant que supplément, manipulation et transformation du lait et entreposage du lait au magasin et à la maison. Le lait enrichi perdrait vite de son attrait s'il acquerrait une réputation d'avoir un goût de poisson. Le lait devrait alors être manipulé autant comme un médicament que comme un aliment. Il aurait besoin de la protection d'un antioxydant, devrait être préparé en volumes, empaqueté dans des contenants opaques en atmosphère

contrôlée (oxygène réduit), livré régulièrement et consommé rapidement. Il ne pourrait probablement pas être utilisé pour fabriquer du beurre, de la crème glacée ou du fromage, à cause encore une fois de sa propension à l'oxydation.

Le lait enrichi, produit par des vaches consommant des antioxydants adéquats pour empêcher l'oxydation et entreposé dans des conditions optimales, pourrait sans doute constituer un produit de vente grand public. Les marchés cibles pour le lait enrichi comprennent un pourcentage toujours croissant des adultes qui sont intéressés à améliorer leur régime alimentaire et qui boivent déjà du lait contenant de la matière grasse. Ce groupe est également préoccupé par les effets environnementaux de l'agriculture et par les impuretés dans leurs aliments; ils ont possiblement un penchant naturel pour le lait produit de façon « biologique ». En utilisant une gamme de sources différentes, incluant les fourrages déjà présents dans la ration et peut-être du lin ou de la farine de poisson, le lait pourrait être enrichi en ALA, DHA et ALC de façon économique. Un régime alimentaire idéal pour les humains devrait être équilibré sans suppléments ou apports externes. Jusqu'à ce que nous y arrivions, le lait enrichi à l'ALC et aux acides gras oméga-3 sera une composante valable du régime alimentaire.

Références

Bezard, J., J.P. Blond, A. Bernard et P. Clouet. 1994. The metabolism and availability of essential fatty acids in animal and human tissues. Reprod. Nutr. Dev. 34:539-568.

Cunnane, S. 1999. Modelling human infant requirements for long-chain PUFA. Brit. J. Nutr. 82:163-164.

Dhiman, D.R., E.D. Helmink, D.J. McMahon, R.L. Fife et M.W. Pariza. 1999. CLA content of milk and cheese from cows fed extruded oilseeds. J. Dairy Sci. 82:412-419.

Doreau, M et Y. Chilliard. 1997. Digestion and metabolism of dietary fat in farm animals. Brit. J. Nutr. 78 (Suppl. 1): S15-S35.

Erasmus, U. 1995. Fats that heal, fats that kill. Alive Books, Vancouver.

Jensen, R.G. (éditeur). 1995. Handbook of milk composition. Academic Press Inc., San Diego.

Lin, H., D. Boylston, M.J. Chang. L.O. Luedecke et T.D. Shultz. 1995. Survey of the conjugated linoleic acid contents of dairy products. J. Dairy Sci. 78:2358-2365.

Lough, A.K. et L.J. Anderson. 1973. Effect of ensilage on the lipids of pasture grasses. Proc. Nutr. Soc. 32:61A.

National Institute of Animal Science. 1993. A challenge to future food production. Foulum, Danemark.

National Institute of Nutrition. 1999. Nutritional significance of omega-3 and omega-6 essential fatty acids. Rapport 29.

Pariza, M. W., S. V. Ponakala, P. A. Gerlat et S. Andress. 1998. Predicting the functionality of direct food additives. Food Technol. 52(11):56-60. ▲

Programme

Résumés du vendredi

Pour revenir à la liste des colloques, cliquez ici.

Date de modification: 2001 08 15

Avis importants

Deuxième rencontre de la Voie lactée - La conférence de Lennoxville sur la production laitière: la science au service de l'industrie (janvier 2000)

Résumés

Vérité et conséquences: régie de la traite et santé du pis dans les fermes laitières de l'Ontario

David Kelton
Université de Guelph, Ontario

Introduction

La relation entre la régie de traite et la santé du pis est une des assises sur lesquelles se sont bâtis les programmes de lutte à la mammite contagieuse. La baisse du compte de cellules somatiques (CCS) en Ontario entre 1989 et 1994 a été en partie attribuée à une promotion efficace d'une meilleure régie de traite et à de meilleures pratiques d'hygiène lors de la traite. Malheureusement, il y a peu de données réelles pour appuyer cette perception. D'autant plus qu'avec la lente remontée du CCS de la province au cours des deux ou trois dernières années, l'efficacité de nos pratiques actuelles de régie de traite peut être remise en cause. Récemment, deux projets de recherche ont été entrepris pour mieux documenter et catégoriser l'adoption de pratiques de régie de traite par les producteurs laitiers de l'Ontario et pour déterminer les relations existant entre ces pratiques, la santé du pis et la qualité du lait. Le premier projet consistait en un important sondage sur les pratiques de régie dans près de 3 000 fermes laitières, tandis que le second portait sur une étude intensive de 60 fermes membres du réseau *Sentinel*.

Un sondage des pratiques de régie de traite de 3 000 fermes laitières de l'Ontario

Au cours de l'automne 1997, une étude a été menée sur les pratiques de régie de traite dans des fermes laitières de l'Ontario. Des 7 600 troupeaux laitiers de la province, 5 300 d'entre eux qui sont sous contrôle laitier provincial ont été impliqués dans l'étude. Dans le questionnaire, on demandait des renseignements sur les caractéristiques générales de la ferme et sur la régie de traite utilisée à la ferme. Des renseignements spécifiques étaient demandés sur l'approche et les produits utilisés dans la préparation du pis et la désinfection des trayons avant et après la traite.

Au total, 2 946 questionnaires ont été remplis et retournés. Selon les réponses recueillies, la grande majorité des producteurs laitiers de l'Ontario utilise une approche traditionnelle à la préparation du pis avant la traite, avec 65,2% des producteurs utilisant une approche de lavage-séchage la préparation de la vache.

Des troupeaux qui utilisent une préparation pour les trayons avant la traite, 23,5% faisaient état de l'utilisation d'un désinfectant à l'iode dans le cadre du lavage. La fréquence de désinfection des trayons avant la traite, par trempage ou vaporisation, était de 29,4% (866 troupeaux sur 2946). Ce est beaucoup plus faible que celui des États-Unis. Le National Animal Health Monitoring System (NAHMS) rapportait récemment que cette pratique était utilisée dans 58,3% des troupeaux aux États-Unis. L'écart

pourrait être dû en partie à une différence dans la taille des troupeaux. Le rapport du NAHMS indiquait que la désinfection des trayons avant la traite était plus commune dans les troupeaux de grande taille, avec plus de 70% des troupeaux de 100 vaches et plus en lactation qui utilisent une technique de trempage avant la traite.

La fréquence de désir.fection des trayons après la traite était beaucoup plus élevée. Un désinfectant de trayons était utilisé après la traite dans environ 94% des troupeaux (2 640). Cette proportion est légèrement supérieure à celle de 88,9% rapportée par le NAHMS. Un produit à base d'iode était utilisé dans environ la moitié des troupeaux pour désinfecter après la traite. Une proportion de 9,3% des répondants n'a pas voulu donner le nom du désinfectant.utilisé après la traite. La proportion des troupeaux utilisant des produits à base d'iode est similaire à celle rapportée par le NAHMS.

L'application du désinfectant, avant et après la traite, peut se faire par trempage ou par vaporisation. La vaporisation des trayons était effectuée respectivement dans 23,7% et 16,2% des troupeaux pour les traitements avant et après la traite.

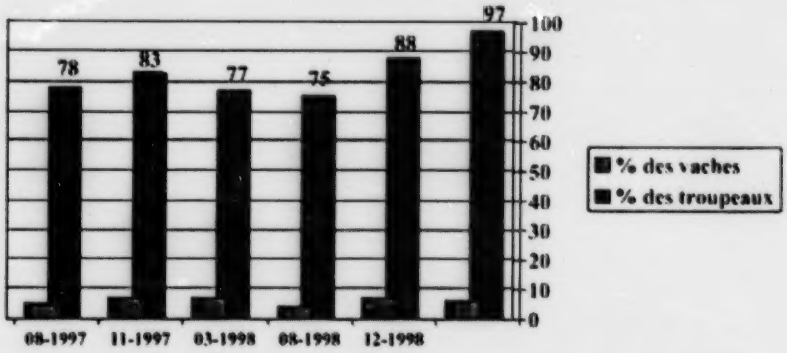
Le réseau des troupeaux *Sentinel*
Le Projet des troupeaux *Sentinel* a été conçu en 1997 pour recueillir des données sur les changements dans la fréquence des principaux pathogènes responsables de la mammite dans les fermes laitières de l'Ontario et pour évaluer l'efficacité des pratiques de régie du troupeau et de régie des vaches dans le maintien de la santé du pis et de la qualité du lait. En mai et juin 1997, 40 vétérinaires ontariens spécialisés en production laitière et 60 de leurs clients producteurs ont été recrutés pour participer au projet. Des échantillons composites de lait provenant de toutes les vaches en lactation de chaque troupeau *Sentinel* ont été recueillis et mis sous culture en juin et en juillet. Un questionnaire sur les pratiques de traite et de régie a été rempli par chaque producteur participant au moment de la prise initiale d'échantillons à la ferme. Des cultures de lait du troupeau ont été effectuées à tous les quatre mois, jusqu'en décembre 1998. Des échantillons composites de lait provenant de toutes les vaches ayant récemment vêlé étaient prélevés dans les 24 heures suivant le vêlage. Les cas de mammite clinique ont été notés et des échantillons de chaque quartier ont été prélevés et stockés. Les échantillons provenant des vaches ayant récemment vêlé et des cas de mammite clinique étaient entreposés au congélateur et on effectuait les cultures de ces échantillons sur une base régulière.

Les données sur la qualité du lait des 60 troupeaux *Sentinel* ont été comparées à celles de tous les troupeaux laitiers de l'Ontario pendant une période de 10 ans, de janvier 1988 à septembre 1997. Selon les données mensuelles de CCS du réservoir à lait, ces 60 troupeaux avaient, il y a 10 ans, des comptes de cellules plus faibles que la moyenne provinciale. Cependant, les données actuelles sont tout de même représentatives de l'industrie et ces comptes se sont maintenus à une moyenne d'environ 250 000 cellules par ml au cours des deux dernières années.

Des échantillons composites de lait provenant de toutes les vaches en lactation de chaque troupeau *Sentinel* ont été recueillis et mis sous culture au cours de cinq périodes : août 1997, novembre 1997, mars 1998, août 1998 et novembre 1998. Au cours des cinq rondes, plus de 18 000 échantillons composites de vaches ont été mis sous culture. *Streptococcus agalactiae* n'a été isolé que de façon sporadique, avec un total de 16 vaches positives dans neuf des troupeaux *Sentinel*. Globalement, en se basant sur les cinq rondes de cultures des troupeaux, environ 6% des échantillons montraient la présence de *Staphylococcus aureus*, moins de 1% avaient des coliformes et 4% avaient des streptocoques de l'environnement. Au plan du troupeau, 97% avaient eu au moins une culture

de vache positive pour *Staph. aureus* (figure 1). Au total, les 60 troupeaux avaient au moins un échantillon de culture positif pour un pathogène environnemental majeur associé à la mammite. Bien que la distribution générale des organismes dans cette population de vaches n'ait pas dramatiquement changé, il y avait une variation considérable, d'un prélèvement à l'autre, dans la fréquence des vaches montrant la présence de *Staph. aureus* parmi les troupeaux *Sentinel*.

Figure 1. Pourcentage des cultures positives chez les vaches et les troupeaux pour *Staph. aureus* au cours des quatre premières rondes de prélèvements.



Le questionnaire sur les pratiques de traite et de régie rempli par chaque producteur participant au moment de la prise initiale d'échantillons à la ferme comportait plusieurs questions touchant les pratiques de biosécurité du troupeau. Lors des quatre premières rondes de prélèvements, seulement quatre troupeaux (troupeaux négatifs) n'avaient aucune vache à partir de laquelle on a pu isoler *Staphylococcus aureus* (HS, en abrégé). Trois autres troupeaux avaient des vaches positives pour une culture et six autres avaient des vaches positives pour deux cultures. Quinze troupeaux étaient testés positifs trois fois et 32 troupeaux, à toutes les fois. Comme il a maintenant été montré que HS est présent dans la plupart de ces troupeaux, il est probable que plusieurs troupeaux sont à risque élevé d'accueillir cette infection, à un moment ou un autre. Conséquemment, il est important et pertinent d'examiner les facteurs qui semblent efficaces dans la lutte contre ce pathogène, une fois qu'il a fait son entrée dans un troupeau.

L'hygiène au moment de la traite est importante pour réduire la dissémination des pathogènes de la mammite contagieuse (tel HS) au sein du troupeau. Afin d'examiner la relation entre ces pratiques et l'infection à HS, les pratiques précédant la traite ont été catégorisées comme « acceptables » (lavage, séchage et prétrempage; lavage et séchage; ou prétrempage et séchage) ou « inacceptables » (essuyage à sec; lavage seulement; pas de préparation; ou utilisation de débarbouillettes humides jetables pour bébés). Les pratiques acceptables et inacceptables étaient évaluées pour leur association avec une faible fréquence (0, 1 ou 2 cultures de troupeau positives) ou une fréquence élevée (3 ou 4 cultures) de présence de HS. L'analyse de ces données a montré que les troupeaux qui utilisent des pratiques « inacceptables » avaient cinq fois plus de chances d'avoir des vaches positives pour HS sur trois cultures de troupeau consécutives ou plus. Cela suggère qu'il existe une relation entre la préparation du pis et la dissémination de HS dans ces troupeaux et qu'on doit examiner cette relation plus à fond.

La désinfection des trayons après la traite a comme but de prévenir la colonisation de la peau du trayon par HS au moment de la traite. Des 60 troupeaux de l'étude, 57 appliquaient un désinfectant après la traite, huit par vaporisation et 47 par trempage. Aucune comparaison n'a pu être faite avec des troupeaux témoins « sans trempage » dans le cadre de cette étude,

leur nombre étant trop faible dans le groupe. Toutefois, il était intéressant de noter que les deux.troupeaux ne pratiquant aucune désinfection après la traite avaient au moins une vache positive dans chacun des cinq prélèvements de troupeau.

D'autres pratiques, comme l'établissement d'une séquence de traite basée sur le statut sanitaire des pis des vaches, ont démontré leur efficacité et leur caractère pratique dans la réduction de la dissémination de la mammite contagieuse au sein d'un troupeau. Bien que respectivement 12 et 36 répondants croyaient que leur troupeau était susceptible d'abriter des vaches infectées avec *Streptococcus agalactiae* et *Staphylococcus aureus* (avant même que toute culture n'ait été effectuée), seulement 28 producteurs ont mentionné que la mammite affectait la séquence de traite chez eux.

À partir des renseignements recueillis, il est clair que l'infection du pis par HS est courante au sein des troupeaux laitiers de l'Ontario. Des pratiques de biosécurité efficaces sont déficientes dans plusieurs troupeaux et sont de piètre qualité dans beaucoup d'autres. Il y a assurément un besoin de se pencher sur ces questions par le biais des programmes de vulgarisation à la ferme.

Références

Meek A., R.G. Goodhope et D. Barnum. 1981. Bovine mastitis: A survey of 1,200 of the 13,000 Ontario Dairy Producers. Can. Vet. J. 22:46.

National Animal Health Monitoring System. 1996. Partie III: Reference of 1996 dairy health and health management, p. 6.

Newbould F.H.S. 1965. Disinfection in the prevention of udder infections: A review. Can. Vet. J. 6:29.

Schukken Y.H., K.E. Leslie, A.J. Weersink et S.W. Martin. 1995. Ontario bulk milk somatic cell count reduction program. 1. Impact on somatic cell counts and milk quality. J. Dairy Sci. 75:3352-3358. ▲

Nouveaux outils de laboratoire pour le diagnostic de la mammite

Marcello Gottschalk
Université de Montréal, Québec

La mammite bovine est la maladie la plus fréquente et la plus coûteuse pour l'industrie laitière. Ces coûts sont bien sûr attribuables au traitement des animaux atteints mais également aux pertes causées par la diminution de la production. Souvent, l'épisode de mammite ne peut être détecté visuellement. On parle alors d'une mammite subclinique et on a recours au compte des cellules somatiques pour tenter d'identifier les vaches atteintes. Il a été démontré que l' infection intra-mammaire par des bactéries est le facteur primordial causant l' augmentation des cellules somatiques du lait; 90% des augmentations du compte cellulaire y sont associées. L'un des principaux agents bactériens responsables des cas de mammite en Amérique du Nord et qui, en plus, est contagieux, est *Streptococcus agalactiae (S. ag.)*. L'habitat naturel de *S. ag.* se limite à la glande mammaire et sa transmission d'un animal à l'autre se fait au moment de la traite. Une donnée très préoccupante est le nombre élevé d'animaux infectés dans un troupeau positif à *S. ag.*, lequel peut atteindre 75%. De plus, une étude récente portant sur 325 troupeaux laitiers québécois a démontré que la proportion de troupeaux infectés par *S. ag.* était très élevée, soit 47%. Dans ces troupeaux, la présence de la bactérie est associée à une moyenne significativement plus élevée du compte des

cellules somatiques (CCS). Le CCS est un bon indicateur de la qualité du lait, mais il n'est pas le meilleur outil pour détecter les troupeaux ou les individus infectés et ne donne aucune information sur le type de bactérie impliquée.

Les données sur les caractéristiques des différentes souches de *S. ag.* isolées à partir du lait sont quasi inexistantes. Par exemple, il existe différents sérotypes de *S. ag.* En effet, la bactérie est « capsulée », c'est-à-dire qu'elle est enrobée par une capsule qui peut varier selon les bactéries. Deux sérotypes différents de *S. ag.* auront des capsules différentes. Il existe en fait plus de six types de capsules différentes. Pour compliquer davantage le diagnostic, deux souches de *S. ag.* peuvent être du même sérotype, tout en étant génétiquement différentes.

Il est très difficile d'entreprendre des études épidémiologiques en l'absence d'outils adéquats et de l'information pertinente. De plus, la culture bactérienne est présentement la seule technique permettant d'identifier les pathogènes causant la mammite. Pour être efficace, un programme de contrôle ou d'éradication de *S. ag.* doit comprendre l'identification précoce des troupeaux et des vaches infectés afin de mettre en place rapidement des mesures appropriées pour limiter la transmission de cette bactérie contagieuse.

La probabilité d'isoler *S. ag.* dans un réservoir de lait varie en fonction du nombre de vaches infectées, du nombre de bactéries excrétées par ces dernières, de l' effet de dilution causé par la production des autres vaches du troupeau et de la sensibilité de la méthode diagnostique utilisée. L'isolement de *S. ag.* dans un réservoir de lait est un indicateur très fiable de la présence d'infections mammaires dans le troupeau. Cependant, la culture du lait de réservoir n'est pas une méthode très sensible. Ainsi, un résultat négatif ne garantit pas l'absence d'infections. *S. ag.* constitue le problème bactérien majeur dans les troupeaux laitiers canadiens, même si on connaît les moyens de lutte appropriés contre cette bactérie. *S. ag.* est donc l' agent infectieux contre lequel les efforts doivent être concentrés dans les prochains mois et années, dans le cadre des objectifs de réduction des cellules somatiques du lait.

À la recherche d'un test

En 1996, les Producteurs laitiers du Canada nous accordaient leur appui financier dans le but de développer un test qui permettrait de détecter *S. ag.* dans le lait. Les objectifs du projet étaient les suivants : 1) Établir un système d'identification du sérotype (sérotypie : identifier le type de capsule présente) pour les souches bovines de *S. ag.* et effectuer une étude de la distribution de ces différents sérotypes parmi des souches présentes au Québec. Il est important d'ajouter qu'un tel système n'était disponible, avant ce projet, que pour les souches d'origine humaine; 2) Établir un système de sous-typage pour pouvoir étudier les souches appartenant au même sérotype ou celles non typables (souches de *S. ag.* avec une capsule inconnue). En d'autres mots, deux souches du même sérotype sont-elles génétiquement identiques? La souche de *S. ag.* présente dans mon troupeau, est-elle la même que celle de chez mon voisin?; 3) Mettre au point un test sensible et spécifique pour la détection directe de *S. ag.* dans le lait.

Où en sommes-nous?

Objectif 1 : Un total de 295 souches de *S. ag.*, provenant de huit régions différentes du Québec, ont été sérotypées avec la technique d'immunodiffusion en gel d'agar. Les résultats peuvent être observés au tableau 1.

Tableau 1. Distribution des différents sérotypes de *S. ag.* isolés à partir du lait au Québec.

Origine	Sérotype			
	Ia/c	II	III	NT
Alma	1/15	0/15	3/15	11/15
Assomption	2/45	1/45	17 /45	25/45
FMV*	0/19	0/19	1/19	18/19
Nicolet	1/44	5/44	18/44	20/44
Rimouski	0/21	4/21	6/21	11/21
Rock Forest	0/27	3/27	8/27	16/27
Saint-Hyacinthe	1/51	4/51	12/51	34/51
Sainte-Foy	4/73	5/73	17/73	47/93
TOTAL	9/295	22/295	82/295	182/295
Total (%)	3	7,5	28	62

*Faculté de médecine vétérinaire
NT : non typable

Des 295 souches testées, 3% appartenaient au sérotype 1a/c, 7,5% au sérotype II et 28% au sérotype III. Aucune souche appartenant aux sérotypes IV, V ou VI n'a été trouvée. Le pourcentage de souches non typables est élevé (62%). Il n'est pas possible, avec la sérotypie, d'étudier la variabilité qui pourrait exister entre les souches non typables.

Objectif 2 : Étant donné le nombre élevé de souches non typables, il était difficile de tirer des conclusions par rapport à la distribution de différentes souches. Les méthodes de sous-typage d'acides nucléiques sont très utiles pour les études épidémiologiques. Nous avons utilisé une d'entre elles, la technique de RAPD *(random amplified polymorphic DNA)* pour faire un typage moléculaire (identification des clones ou groupes clonaux) avec un très haut pouvoir de discrimination et de reproductibilité. Les résultats indiquent que la variabilité est très élevée parmi les différentes souches de *S. ag.* et ce, à l'intérieur du même sérotype. Il n'y a pas eu de corrélation évidente entre la région géographique et le sous-typage des souches.

Objectif 3 : Nous avons standardisé une méthode moléculaire (PCR) pour la détection de *S. ag.* directement à partir du lait. La méthode s'est avérée rapide (moins de 24 h), très sensible (détection de moins de 100 bactéries/ml de lait) et spécifique. Aucune réaction non spécifique n'a été identifiée avec d'autres bactéries potentiellement présentes dans des échantillons de lait, telles *Escherichia coli*, *Streptococcus uberis*, *S. dysgalactiae*, *S. bovis*, les entérocoques et *Staphylococcus aureus*.

Conclusions

1) Nos résultats indiquent qu'une proportion élevée de souches canadiennes de *S. ag.* n'appartiennent à aucun des sérotypes connus. Il est possible que certaines de ces souches soient non typables ou bien que des nouveaux types soient présents. Parmi les souches typables, le sérotype III (le plus pathogène chez l'humain) était celui qu'on retrouvait le plus fréquemment.

2) La variabilité entre les souches canadiennes de *S. ag.* est très élevée. Certaines souches appartenant à un même sérotype semblent aussi être différentes. Les outils moléculaires standardisés dans ce projet permettront d'approfondir les études épidémiologiques.

3) Nous disposons maintenant d'une méthode de détection rapide et spécifique de *S. ag.* dans le lait. Le diagnostic pourra se faire avec des échantillons de lait très contaminés et/ou qui n'ont pas été bien conservés (mortalité bactérienne). Les méthodes développées dans cette étude permettront d'améliorer significativement le diagnostic des mammites bovines et d'orienter les traitements en vue de contrôler et même d'éradiquer *S. ag.*

Suites et transfert technologique du projet

Présentement, le Service de diagnostic de la Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Montréal offre un service de suivi épidémiologique pour déterminer si deux souches provenant de deux endroits différents sont, en effet, la même souche. Le même Service de diagnostic va bientôt offrir le service de détection directe de *S. ag.* à partir du lait, en utilisant la technique PCR développée dans ce projet. Des laboratoires privés se sont montrés très intéressés à collaborer dans la validation de ce test pour effectuer un transfert à l'industrie.

Nous nous proposons de mettre au point un test de détection directe de *Staphylococcus aureus* par PCR à partir du lait. Ce test pourrait être incorporé avec la méthode développée pour *S. ag.* On pourrait alors détecter les deux bactéries en même temps. ▲

Le pourquoi et le comment de la résistance de la mammite aux traitements: les liposomes seraient-ils une solution?
Jacqueline Lagacé
Université de Montréal, Québec

Les pertes économiques causées par la mammite bovine atteignent aux États-Unis près de deux milliards de dollars américains. Ces pertes sont dues majoritairement à la baisse de la production et de la qualité du lait. Les principaux agents qui causent la mammite bovine sont *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus uberis*, *Streptococcus parauberis*, *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus dysgalactiae* et *Escherichia coli*. Même s'il est reconnu que les bactéries impliquées dans la mammite bovine sont généralement sensibles aux antibiotiques, ces derniers s'avèrent impuissants à éliminer l'infection dans environ 50% des cas.

Les objectifs du présent travail étaient, dans un premier temps, d'identifier et d'évaluer l'importance des facteurs responsables de la résistance des différentes bactéries causant la mammite bovine, puis d'évaluer la capacité d'un type de liposomes fluides (Fluidosomes ™) à augmenter l'efficacité des antibiotiques. Les liposomes sont des petites billes constituées de gras complexes qui peuvent contenir des substances qui sont soit solubles dans l'eau, soit solubles dans le gras. Selon des résultats antérieurs, les Fluidosomes™ augmentent de façon spectaculaires l'efficacité des antibiotiques contre des souches bactériennes résistantes à la plupart des antibiotiques.

Au départ, notre travail reposait sur les deux hypothèses suivantes : 1) la résistance des bactéries aux antibiotiques serait due à la sécrétion d'une substance muqueuse appelée exopolysaccharides muqueux (MEP) qui les protège à la fois contre les défenses naturelles de l'hôte (macrophages, anticorps, etc.) et contre la pénétration des antibiotiques; 2) des bactéries pourraient être cachées dans des cellules provenant de la vache (cellules alvéolaires et/ou leucocytaires) présentes dans le lait mammiteux, ce qui les protègerait contre les antibiotiques et les défenses naturelles de l'hôte.

Dans le but d'étudier l'importance du phénomène des MEP, plusieurs techniques ont été élaborées et/ou testées pour identifier et quantifier leur présence dans le lait mammiteux. Même si cette étude n'est pas encore terminée, les résultats obtenus jusqu'à maintenant suggèrent fortement que les bactéries qui causent une mammite bovine récalcitrante secrètent généralement du MEP. En second lieu, un élément important de la présente étude a été de démontrer pour la première fois, à partir de cellules isolées d'échantillons de lait mammiteux infecté de façon naturelle, la présence de bactéries cachées dans les cellules provenant de la vache. L'utilisation de techniques avancées et rigoureuses a permis de mettre en évidence la présence d'ADN bactérien dans plus d'un type de cellules.

Nous avons donc confirmé que les bactéries peuvent se cacher dans les cellules de la vache et échapper ainsi aux traitements antibiotiques et aux défenses de la vache. Le fait de mieux comprendre les causes de la résistance des bactéries aux antibiotiques lors d'une mammite devrait permettre de développer des traitements plus efficaces. Une des avenues possibles consiste à utiliser des antibiotiques ou des inhibiteurs de MEP encapsulés dans des liposomes. Cette démarche s'appuie sur des expériences *in vivo* antérieures qui ont démontré que les FluidosomesTM étaient capables de traverser le MEP et de fusionner avec la membrane bactérienne, augmentant ainsi la pénétration et l'efficacité de l'antibiotique dans la bactérie. Les Fluidosomes™ peuvent également être absorbés par les macrophages et livrer ainsi l'antibiotique aux bactéries qui pourraient s'y cacher.

En conclusion, la présente étude suggère fortement que les bactéries qui induisent une mammite bovine récalcitrante à l'antibiothérapie conventionnelle sont susceptibles d'élaborer des moyens de protection extrêmement efficaces à la fois contre les défenses immunitaires de l'hôte et contre les antibiotiques. Il reste à préciser la fréquence de la présence de bactéries dans les différents types de cellules que l'on retrouve dans le lait. Il faudra aussi évaluer l'importance de la relation entre l'infection intracellulaire et la mucosité et tester l'efficacité des Fluidosomes™ vis-à-vis ces différents systèmes de défense, qu'ils soient présents en même temps ou non. ▲

Nouvelles protéines et thérapie génique pour le traitement de la mammite

Denis Petitclerc, Moussa Sory Diarra et Pierre Lacasse
Centre de recherche et de développement sur le bovin laitier et le porc, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Lennoxville, Québec

Introduction

Malgré tous les progrès en régie laitière et en thérapie antimicrobienne, la prévention de la mammite reste un problème énorme qui coûte plus de 200 millions $ par an à l'industrie laitière canadienne. Par conséquent, on rapporte que le taux de réforme dû à la mammite est passé de 8,2% à 14,5% entre 1987 et 1998 au Canada. Bien que de nombreux pathogènes soient impliqués dans cette maladie, *Staphylococcus aureus* est devenu, depuis le début des années 1980, le pathogène mammaire le plus fréquent, présent dans plus de 90% des troupeaux laitiers.

Antibiotiques et bactéries résistantes

L'utilisation répandue des antibiotiques pour traiter les mammites a entraîné la présence de plus en plus fréquente de pathogènes qui sont moins susceptibles à leurs effets bactéricides. Les infections deviennent plus difficiles à guérir. De nos jours, l'efficacité des traitements antibiotiques conventionnels contre *S. aureus* est très faible. En fait, des données récentes montrent que le taux de guérison de vaches infectées avec cette bactérie est de 49% quand on utilise des antibiotiques et de 43% sans eux (Wilson *et* al., 1998). De plus, la pénicilline et les autres antibiotiques de la famille des ß-lactames constituent nos meilleures armes contre les staphylocoques. Mais l'utilisation massive de ces antibiotiques a conduit à une augmentation importante des pathogènes capables de produire une enzyme appelée ß-lactamase, qui rend inactifs les antibiotiques de la famille des ß-lactames et confère une résistance aux bactéries. Dans certains pays européens, plus de 60% des *S. aureus* isolés lors de cas de mammite bovine peuvent produire cette enzyme (Guérin-Faublée et Brun, 1999).

Une nouvelle approche utilisant la lactoferrine et la lactoferricine bovines

La plupart de nos travaux de recherche ont tenté de trouver d'autres

approches pour combattre *S. aureus*. Pour causer la mammite, un pathogène doit d'abord survivre à une première ligne de mécanismes de défense non spécifiques. La lactoferrine (Lf) est un joueur important dans cette première ligne. Cette protéine est produite de façon naturelle par les cellules d'une glande mammaire en lactation. C'est la principale protéine du lactosérum chez l'humain (1-6 g/l) et elle est aussi présente dans le lait de vache, bien qu'à des concentrations très inférieures (0,01-0,1 g/l). Cette protéine semble avoir plusieurs fonctions biologiques. C'est entre autres un antibactérien et un anti-inflammatoire. L'effet le plus connu de la Lf est d'immobiliser le fer, qui est un élément essentiel à la croissance microbienne (Nuijens *et al.*, 1996). Le fer est donc peu disponible et la croissance bactérienne dans le lait est réduite. Au départ, le caractère antimicrobien de la Lf était attribué exclusivement à sa capacité d'immobiliser le fer. Toutefois, un fragment de Lf, qui ne peut à lui seul s'attacher au fer, s'est avéré être un antimicrobien plus puissant (de 10 à 100 fois) que la Lf elle-même (Bellamy *et al.*, 1992). Ce peptide, appelé lactoferricine (Lfcine), est produit naturellement dans le système digestif des mammifères lors de la digestion de la Lf du lait.

Nous avons étudié en laboratoire le potentiel antibactérien de la Lf et de la Lfcine, seules ou en combinaison avec des antibiotiques, pour lutter contre les pathogènes mammaires comme.*S. aureus*, *Escherichia coli* et *Klebsiella pneumoniae*. L'effet de la Lf utilisée seule est assez faible, mais la Lfcine est cent fois plus efficace pour inhiber la croissance bactérienne. Cet effet semble être indépendant de la capacité de la Lf et de la Lfcine à immobiliser le fer car l'addition de fer au milieu de culture n'a pas affecté l'effet inhibiteur de la Lf et de la Lfcine. Il est intéressant de noter que la Lf autant que la Lfcine semblent beaucoup plus efficaces à faible concentration en combinaison avec des antibiotiques. Les protéines augmentent de plusieurs fois l'activité inhibitrice des antibiotiques comme la pénicilline, l'ampicilline, la novobiocine, l'érythromycine et la néomycine. L'observation la plus surprenante est que la Lf augmente l'activité inhibitrice de la pénicilline de quatre fois ou moins chez la plupart des souches de *S. aureus* sensibles à cet antibiotique, alors qu'avec les souches résistantes, l'augmentation est de quatre à seize fois. Nous avons de plus observé que la Lf et la Lfcine réduisent l'activité de la ß-lactamase, qu'il s'agisse de l'activité de base ou de celle provoquée par la pénicilline. En fait, une faible concentration de Lf peut réduire de vingt-cinq fois l'activité de la ß-lactamase de *S. aureus* cultivé en présence de pénicilline. Une demande de brevet a été présentée (Diarra, Petitclerc et Lacasse) et nous étudierons bientôt l'efficacité de la Lf et de la Lfcine pour traiter la mammite *in vivo*. Cette recherche est financée grâce à un partenariat entre les Producteurs laitiers du Canada, la Fédération des producteurs de lait du Québec et Agriculture et Agroalimentaire Canada.

Développer un vaccin contre *S. aureus*

L'idée d'un vaccin contre *S. aureus* est très attirante et plusieurs tentatives ont eu lieu dans le passé. Malheureusement, les techniques classiques de vaccination ont été largement inefficaces, probablement parce qu'elles ne créaient pas les réactions immunitaires désirées chez la vache. De nouvelles technologies de vaccination et une meilleure compréhension du système immunitaire bovin pourraient rendre possible le développement d'un tel vaccin.

Les techniques d'immunisation à l'ADN sont nées de notre connaissance de base des technologies de l'ADN, du génie génétique et des biotechnologies. L'ingrédient de base d'un vaccin à l'ADN est un fragment circulaire de matériel génétique appelé un plasmide, qui contient le code génétique (ADN) d'une protéine ou d'un peptide spécifique (un antigène) provenant d'une bactérie ou d'un virus. Quand ce plasmide est injecté à l'animal, il pénètre ses cellules et l'antigène est produit. Cet antigène induit chez l'animal toute une cascade d'événements immunitaires qui lui confère une protection contre le pathogène. Cette technologie a servi à développer

avec succès un vaccin contre la diarrhée virale bovine (Harpin *et al.*, 1999). Un avantage important de ce type de vaccin est qu'il est très flexible et permet de manipuler la réponse immunitaire pour arriver à une protection efficace. Mentionnons aussi que les séquences d'ADN coûtent peu à produire et sont très stables.

Lors d'une infection mammaire avec *S. aureus*, la bactérie adhère aux cellules de la glande et sécrète ensuite une substance visqueuse alors qu'elle se répand dans le tissu mammaire. Une fois que *S. aureus* a colonisé la glande, il est très difficile pour le système immunitaire de l'en chasser. Nous avons donc choisi de viser la première étape de l'infection, celle de l'adhésion. Nous avons sélectionné des gènes qui produisent des protéines essentielles à l'adhésion de la bactérie aux cellules. Ces gènes ont été isolés et nous commencerons bientôt à immuniser de petits animaux de laboratoire pour valider notre approche. Cette recherche est rendue possible grâce à un partenariat entre Novalait inc., le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, le Fonds FCAR, l'Université de Sherbrooke et Agriculture et Agroalimentaire Canada.

Thérapie génique

La thérapie génique est une autre des technologies de l'ADN qui pourrait être utilisée pour combattre la mammite directement dans le pis des animaux en lactation. En fait, dans d'une étude de Gagné *et al.* (1997), une protéine étrangère a été synthétisée dans le lait durant 60 jours après l'injection d'un plasmide dans la glande mammaire. Cette technologie ouvre d'excitantes avenues qui pourraient mener à l'utilisation des technologies l'ADN et de la thérapie génique pour guérir et/ou prévenir la mammite en relâchant dans le lait des protéines ou des peptides possédant une activité bactériocide. Des protéines comme la Lf et la Lfcine, dont les concentrations sont normalement faibles ou approchent le zéro dans le lait de vache, pourraient être sécrétées en plus grande concentration grâce à la thérapie génique et ainsi prévenir et/ou guérir la mammite.

La glande mammaire peut aussi produire, grâce à la thérapie génique et aux technologies de l'ADN, d'autres composés qui peuvent aider à prévenir ou à guérir la mammite. La lysostaphine, par exemple, est très efficace pour traiter une mammite aux *S. aureus* si on l'injecte dans la glande mammaire (Oldham et Daley, 1991). La lysostaphine est une enzyme produite seulement par *Staphylococcus simulan* et qui peut facilement briser la membrane cellulaire des autres staphylocoques.

Beaucoup de recherche reste à faire pour démontrer la faisabilité, l'efficacité et les impacts sociaux de la thérapie génique comme moyen de lutte contre la mammite chez les animaux de ferme.

Références

Bellamy, W., M. Takase, H. Wakabayashi, K. Kawase et M. Tomita. 1992. Antibacterial spectrum of lactoferricin B, a potent bactericidal peptide derived from the N-terminal region of bovine lactoferrin. J. Appl. Bacteriol. 73:472-479.

Gagné, M., P. Chapdelaine, J. Therrien et D. Gagné, inventeurs. 1997. Genetically treated animals. Immunova Inc., cessionnaire. Can. Pat. PCT/CA96/00297.

Guérin-Faublée, V. et Y. Brun. 1999. La résistance aux antibiotiques chez les staphylocoques d'origine animale. Revue Med. Vet. 150:299-312.

Harpin S., D.J. Hurley, M. Mbikay, B. Talbot et Y. Elazhary. 1999. Vaccination of cattle with a DNA plasmid encoding the bovine viral

diarrhoea virus major glycoprotein E2. J. Gen. Virol. 80:3137-3144.

Nuijens, J.H., P.H.C. Van Berkel et F. L. Schanbacher. 1996. Structure and biological actions of lactoferrin. J. Mam. Gland Biol. Neoplasia 1:285-295.

Oldham, E.R. et M.J. Daley.1991. Lysostaphin: use of a recombinant bactericidal enzyme as a mastitis therapeutic. J. Dairy Sci. 74:4175-4182.

Wilson, D.J., K.L. Case, R.N. Gonzalez et H.R. Han. 1998. Bacteriologic cure rates with no treatment or with eight different antibiotics. National Mastitis Council Annual Meeting Proceedings. p. 273-274. ▲

Résistance aux antimicrobiens: perspectives actuelles

Rebecca Irwin
Santé Canada, Direction générale de la protection de la santé, Laboratoire de Guelph, Ontario

De plus en plus, la résistance aux antimicrobiens devient un sujet de conversation à la fois pour les législateurs et pour le public en général. La télévision, la radio et la presse écrite ont alloué des segments importants à la question de la montée de la résistance aux antimicrobiens chez les pathogènes humains. Des problèmes importants sont survenus dans les environnements hospitaliers, où les antibiotiques sont largement utilisés. Les infections bactériennes associées aux *Staphylococcus aureus* résistants à la méthicilline (SARM) et aux entérocoques résistants à la vancomycine (ERV) sont de plus en plus courantes. Au sein de la communauté apparaissent des infections de tuberculose multirésistante et d'autres causées par *Streptococcus pneumoniae* résistant à la pénicilline. Des maladies humaines associées à des pathogènes alimentaires multirésistants, comme *Salmonella typhimurium* DT 104, *Campylobacter* et *E. coli*, ont également été identifiées. La résistance croissante aux antimicrobiens chez les pathogènes humains a concentré l'attention à la sur les usages médicaux et agricoles des antimicrobiens.

Les antibiotiques sont des médicaments essentiels pour le traitement des infections bactériennes, à la fois chez les humains et les animaux. Les antibiotiques se sont également avérés être importants pour une production animale durable et pour la lutte aux infections animales qui pourraient être transmises aux humains. Certains antimicrobiens utilisés pour le traitement de maladies ou comme facteurs de croissance en agriculture sont également utilisés pour la lutte aux maladies chez les humains; d'autres entraînent des résistances croisées chez les bactéries. Ceci signifie que des bactéries résistantes à un facteur de croissance peuvent devenir résistantes à un autre antimicrobien utilisé en médecine humaine. Il y a de plus en plus d'information microbiologique et clinique à l'effet que les bactéries résistantes ou les déterminants de la résistance (les bagages moléculaires ou génétiques d'information qui procurent aux bactéries l'aptitude à devenir résistantes aux antibiotiques) peuvent être transmis des animaux aux humains. Cela peut se produire par contact direct avec des animaux ou par la consommation d'aliments. Les infections résultantes sont plus difficiles à traiter.

Les antibiotiques sont utilisés de façon extensive pour la production de bétail, de poissons et de plantes. Certains pays rapportent que plus de 50% de leur production d'antimicrobiens est écoulée uniquement en agriculture. La plupart sont utilisés à des doses sous-thérapeutiques comme facteur de croissance chez les animaux à viande pour stimuler l'utilisation du potentiel génétique. L'utilisation des antimicrobiens en tant que facteurs de croissance continue à être une source de critiques à l'effet qu'ils sont utilisés uniquement pour des raisons économiques et remplacent de pratiques d'élevage et d'hygiène. Plusieurs pays ont restreint l'utilisation

antibiotiques utilisés dans les soins aux humains en tant que facteurs de croissance chez les animaux.

Au plan international, les autorités réglementaires et de santé publique examinent des stratégies capables de restreindre l'émergence et de réduire la dissémination des organismes résistants aux antibiotiques. L'Organisation mondiale de la santé (OMS) a récemment convoqué deux assemblées pour mettre de l'avant des recommandations sur l'utilisation des antimicrobiens en matière de production d'aliments. L'OMS appuie le développement de lignes directrices qui font la promotion d'une utilisation des antimicrobiens qui maximise les effets thérapeutiques en réduisant au minimum le développement de la résistance aux antimicrobiens. L'OMS a de plus recommandé que l'utilisation de tout agent antimicrobien comme facteur de croissance pour les animaux devrait cesser si :
• le produit est utilisé pour les soins aux humains; ou
• s'il est reconnu comme une source possible de résistance croisée aux antimicrobiens utilisés en médecine humaine.

Les politiques gouvernementales pour limiter l'utilisation des antimicrobiens en agriculture vont d'un extrême à l'autre. À une extrémité se trouve la Suède, où tous les facteurs de croissance antimicrobiens ont été bannis en alimentation animale. À l'autre extrémité, se trouvent les pays où les antimicrobiens sont en vente libre, sans ordonnance, pour utilisation à la fois chez les humains et chez les animaux.

En réponse à la pression croissante de la Suède, du Danemark et de la Finlande, l'Union européenne a récemment banni les facteurs de tylosine, spiramycine, virginiamycine et bacitracine pour utilisation en alimentation animale. On s'attend à ce que cette interdiction, entrée en vigueur le 1er juillet 1999, ait un impact majeur sur le commerce international des produits animaux.

Aux États-Unis, plusieurs mesures ont été introduites pour répondre à la préoccupation croissante à propos de la résistance aux antimicrobiens. On y a banni l'utilisation hors étiquette des glycopeptides et des fluoroquinolones; on a développé un système de suivi national sur la résistance aux antimicrobiens pour recueillir des données sur les organismes entériques des humains, des animaux et provenant des aliments; plus récemment, on a dressé l'ébauche d'un plan d'ensemble l'approbation de nouveaux médicaments antimicrobiens. Ce plan d'ensemble exigera des manufacturiers pharmaceutiques qu'ils fournissent des données de suivi avant et après l'approbation de leurs produits pour permettre aux organismes de réglementation d'évaluer le risque potentiel pour la santé humaine.

Au Canada, on se préoccupe également de l'émergence de la résistance aux antimicrobiens chez les pathogènes humains. Santé Canada a tenu en mai 1997 une conférence consensuelle pour mettre de l'avant des recommandations pour s'attaquer à cette question. En réponse à une des recommandations de cette conférence, le Comité canadien de coordination sur la résistance aux antimicrobiens (CCCRA) a été formé. Le mandat du Comité est de promouvoir le développement et la mise en place de stratégies pour concentrer les efforts des fournisseurs de soins de santé, de l'industrie et des consommateurs canadiens vers une utilisation plus efficace des antibiotiques et de limiter le développement et la transmission des bactéries résistantes aux antimicrobiens.

La Direction générale des aliments de Santé Canada assume un rôle de chef de file dans le développement de stratégies pour lutter contre l'émergence et la dissémination de la résistance aux antimicrobiens à partir de sources agricoles et alimentaires. En juin de l'an dernier, Santé Canada a commandité un atelier de consultation des intervenants afin d'offrir un

forum pour la discussion de sujets reliés à un usage prudent, à la surveillance et à la recherche. Comme prochaine étape, Santé Canada formera un Comité national de direction composé de représentants des gouvernements (fédéral et provinciaux), de l'industrie, de la santé publique, des consommateurs, des laboratoires de diagnostic et du monde académique.

Le développement de politiques pour lutter contre l'émergence de la résistance aux antimicrobiens est une tâche complexe. De multiples questions doivent être traitées. Il y a un besoin criant de découvrir le lien entre l'utilisation des antimicrobiens pour les animaux et la résistance chez les humains, tout comme il faut répondre aux questions sur la façon dont la résistance peut être transférée aux humains par le biais des aliments ou de contacts directs. ▲

Politiques sur les antibiotiques en production laitière pour la Norvège et la Suède - Une approche scandinave

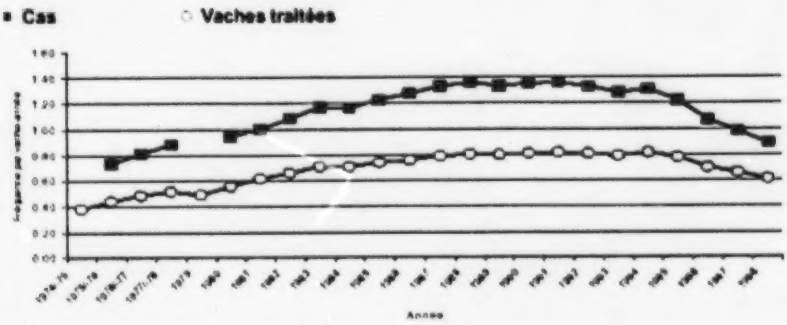
Kerstin Plym Forshell[1] , Olav Osterås[1] , Sven-Ove Olsson[2] , Torkel Ekman[2] et Charlotte Hallén Sandgren[2]
[1]Services norvégiens de santé du bétail/ *TINE Norwegian Dairies* BA, Ås, Norvège
[2]Association laitière de Suède, Eskilstuna, Suède

Résumé
Les politiques sur l'utilisation des antibiotiques en Norvège et en Suède considérées comme des exemples d'actions couronnées de succès, actions qui ont été décidées par les pays scandinaves pour réduire l'utilisation des antibiotiques en production laitière. Les deux pays ont banni l'utilisation des antibiotiques en tant que facteurs de croissance en alimentation animale. En Norvège, les traitements pour la mammite ont diminué de 30% depuis 1995 et sont encore en décroissance. En Suède, la fréquence de cette maladie a été relativement peu élevée au cours de la même période. Les régimes thérapeutiques et les systèmes de paiement basés sur la qualité sont différents dans les deux pays. Ceci explique peut-être, du moins partiellement, les différences de comptes de cellules somatiques du réservoir à lait (à la ferme) et de niveaux de traitement de la mammite. Le progrès enregistré est fonction de systèmes bien rodés d'enregistrement des cas de maladies, de l'utilisation restreinte des antibiotiques, distincte de la vente, de programmes intégrés de services de santé pour les bovins, de même que de programmes efficaces de sélection. Le changement d'attitude des producteurs agricoles, des consultants et des vétérinaires en ce qui a trait à l'utilisation des antibiotiques en production laitière a été expliqué par un effort accru en médecine vétérinaire préventive, un travail plus important au plan de la vulgarisation et le niveau académique plus élevé chez des producteurs agricoles.

Le système norvégien de registres des maladies
Après une période d'essai qui a débuté en 1971, un système complet de registres des maladies en production laitière (le système de «carte santé») a été mis sur pied dans tout le pays en 1975-1976. Le système de carte santé de la vache était une entreprise commune de l'Association d'élevage de Norvège (Geno) et de l'Association vétérinaire de Norvège. Ce système est devenu en 1995 la partie principale des Services norvégiens de santé du bétail, qui est une entreprise commune entre les Services vétérinaires nationaux, les producteurs laitiers, les producteurs de viande bovine, les associations de race et l'Association vétérinaire. Les vétérinaires et les producteurs laitiers notent sur la carte santé toute information relative à un animal (laitier ou à viande) traité pour une maladie. Ces renseignements sont périodiquement envoyés à une banque de données centrale à Oslo, où ils sont combinés à d'autres données de production et de qualité du lait en provenance du même troupeau. À tous les deux mois, un rapport cumulatif des douze derniers mois est envoyé à tous les producteurs laitiers, avec

des statistiques spécifiques relatives à la santé animale. Les producteurs reçoivent également un rapport annuel. Les statistiques régionales sont disponibles quatre fois l'an pour les vétérinaires et conseillers. Ce système obligatoire de déclaration des maladies est opéré par *TINE Norwegian Dairies BA* et supervisé par le Conseil d'administration des Services norvégiens de santé du bétail. Une réplique de la banque de données, avec les données de 1989 jusqu'à ce jour, a été mise à la disposition des chercheurs en 1998. La fréquence des maladies enregistrées au cours des années peut facilement être suivie par ce système; elle est présentée à la figure 1.

Figure 1. Fréquence des maladies enregistrées au sein du cheptel laitier de Norvège 1975-1998



Le système suédois de registres des maladies

Le système suédois de registres des maladies, également obligatoire, a été introduit en 1982 par l'Association laitière de Suède, de concert avec le Conseil national de l'agriculture (Anciennement l'Association suédoise du bétail, de l'élevage et de la production (SHS). Jusqu'en 1999, le système se résumait à des feuilles de données normalisées à l'usage du vétérinaire, pour utilisation à chaque traitement fait sur un animal en production sur une ferme. Les données étaient enregistrées à l'association locale d'élevage et envoyées à l'ordinateur central de l'Association laitière de Suède. Les données étaient ensuite utilisées conjointement avec les données de production au sein du système de contrôle laitier. Les producteurs recevaient des rapports mensuels et annuels. Depuis 1999, le Conseil national de l'agriculture est responsable de la banque de données. Les vétérinaires gouvernementaux spécialisés en animaux de ferme (vétérinaires de district) utilisent maintenant des ordinateurs personnels pour l'enregistrement des données et le transfert direct à l'ordinateur central. On y note la maladie diagnostiquée, de même que la méthode de traitement et la quantité d'antibiotique par animal, ce qui rend possible le suivi de chaque millilitre d'antibiotique utilisé sur chaque animal et à chaque ferme. Les données sur les maladies sont transférées toutes les semaines dans la base de données pour le contrôle laitier, administrée par l'Association laitière de Suède, ce qui rend également possible l'utilisation des données des troupeaux inscrits au service de contrôle laitier. Les vétérinaires de pratique privée utilisent un système d'enregistrement sur papier. Les données sont stockées durant au moins trois ans pour les données de santé et cinq ans pour les données d'insémination artificielle. Les données utilisées à des fins de recherche peuvent être archivées pour de plus longues périodes dans d'autres systèmes (1).

Programmes de médecine vétérinaire préventive et de santé du troupeau

Les programmes de santé des bovins laitiers ont été utilisés dans les deux pays par le biais de services de médecine vétérinaire préventive, offerts aux producteurs depuis 1970-1975. Au cours de la première période de dix à quinze ans, les efforts ont été concentrés sur la mammite et les problèmes de reproduction. On offrait alors aux producteurs des visites régulières avec des examens cliniques, le test californien de dépistage des mammites

(CMT), l'échantillonnage de lait pour diagnostic bactériologique, les soins la mammite et des conseils pour éviter des problèmes additionnels. Dans les deux pays, les vétérinaires étaient responsables du service, même si des techniciens étaient également de la partie, principalement pour vérifier les techniques de traite et tester l'équipement de traite. Au cours des dix à quinze dernières années, le service a évolué et comprend maintenant d'autres maladies et un suivi général de la santé du troupeau.

Les médicaments sont utilisés sur ordonnance du vétérinaire, à qui il est interdit de vendre des médicaments à profit. Ni les techniciens ni les producteurs agricoles ne peuvent utiliser un antibiotique sans un diagnostic du vétérinaire et une ordonnance. Les programmes de santé animale des deux pays sont maintenant en phase d'ajustement, une conséquence de l'amélioration du statut sanitaire des bovins et des demandes accrues des consommateurs et de l'industrie laitière pour une réduction plus poussée de l'utilisation des antibiotiques et pour un effort accru en prévention des maladies du bétail.

Soigner la mammite

Au cours de la période décrite, les discussions à propos des méthodes pertinentes de traitement de la mammite ont été très actives et intenses au sein des sociétés vétérinaires des deux pays. Des essais de différents antibiotiques ont été faits dans les deux pays, de même que d'autres études sur le même sujet. Le paysage bactériologique de la mammite et le patron de résistance des microbes aux antimicrobiens n'est pas très différent entre la Norvège et la Suède (tableau 1).

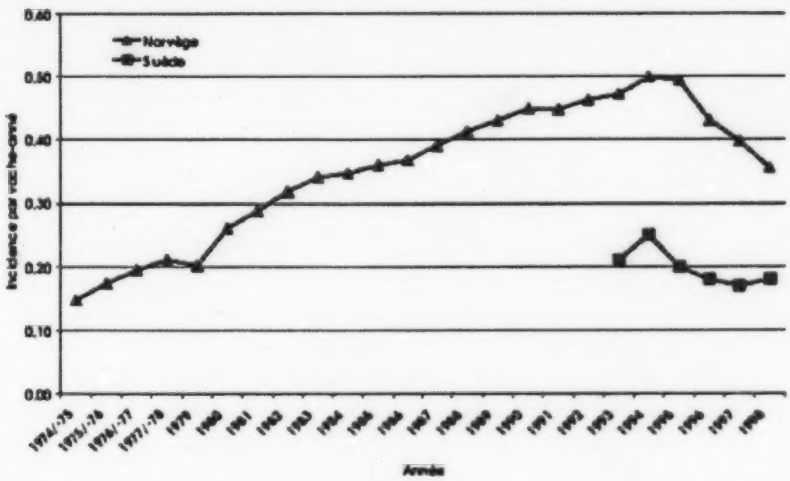
Tableau 1. Proportion des pathogènes les plus courants de la mammite, isolés de cas de mammite clinique et subclinique, en Norvège et en Suède en 1998 (entre parenthèses : pourcentage des souches enregistrées comme étant résistantes à la pénicilline G).

Bactéries	Norvège		Suède	
	Mammite clinique	Mammite subclinique	Mammite clinique (2)	Mammite subclinique (3)
Staph. aureus	43,7 (6,0)	57,3 (17,5)	25,1 (6,1)	33 (17)
Strep. dysgalactiae	13,1 (0,6)	12,7 (0,5)	15,7	11
Escherichia coli	12,3 (100,0)	1,3 (100,0)	18,6	5,5
SNC*	4,9 (28,3)	22,7 (30,0)	4,9 (25,7)	33 (33)
Strep. agalactiae	0,2 (0,0)	0,3 (0,0)	0,6	<1

* Staphylocoques négatifs à la coagulase

Même si les conditions générales sont assez semblables, les principes reliés aux soins de la mammite montrent des différences importantes. La fréquence de mammite dans les deux pays est illustrée dans une figure qui provient d'un groupe laitier scandinave (figure 2).

Figure 2. Fréquence de la mammite clinique en Norvège et en Suède (2).



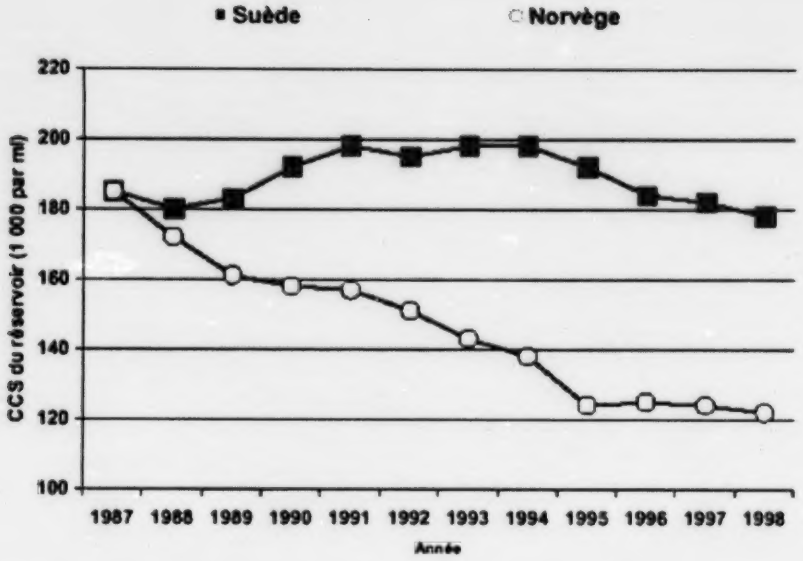
En Norvège, les producteurs laitiers utilisent de façon courante le test CMT pour les aider à vérifier s'il y a inflammation et s'il est justifié d'appeler un vétérinaire pour un traitement. En Suède, règle générale, les techniciens ou les vétérinaires utilisent le CMT en complément au compte de cellules somatiques de la vache.

Le vétérinaire norvégien entreprend le traitement avec une injection intramusculaire de pénicilline G, qui est le «médicament de choix» dans les deux pays. Le producteur poursuit le traitement avec des tubes intramammaires durant trois à quatre jours. Il n'y a pas de médicament spécifique pour le traitement des vaches taries. Quant au vétérinaire suédois, il commence également le traitement avec une injection intramusculaire, mais le producteur poursuit avec des injections intramusculaires pendant trois à quatre jours (4). Sur une base individuelle et sélective, le traitement des vaches taries est couramment effectué. Dans les deux pays, un traitement généralisé des vaches taries est rarement effectué.

En Norvège, les vétérinaires échantillonnent régulièrement les vaches pour des analyses bactériologiques. Les vétérinaires suédois font de même et font eux-mêmes les analyses bactériologiques afin de pouvoir changer la thérapie si l'infection est causée par des bactéries Gram négatives. Les périodes de retrait en Norvège sont généralement plus courtes qu'en Suède. Le bain de tra[illegible]ons est plus fréquemment utilisé en Suède qu'en Norvège et ne s'emploie qu'après la traite, en conformité avec les règlements de l'UE.

Le compte maximal permis de cellules somatiques du réservoir à lait (CCSR) est de 400 000 cellules par ml en Norvège, compté sur la base d'une moyenne géométrique sur une période de trois mois. Il y a des amendes à 300 000 et 350 000 cellules par ml. Si le CCSR est inférieur à 230 000 cellules par ml, le producteur reçoit une prime de 0,14 NOK (couronne norvégienne) par litre de lait livré. En Suède, le même niveau maximal est utilisé et la plupart des laiteries offrent de petites primes pour des CCSR bas et d'assez fortes pénalités pour des comptes de cellules élevés. La tendance du CCSR en Norvège et en Suède est illustrée à la figure 3.

Figure 3. Compte de cellules somatiques du réservoir à lait (CCSR) en Norvège et en Suède – 1987-1998 (5).



Règlements nationaux sur l'utilisation des antimicrobiens
L'utilisation des médicaments antibiotiques en médecine vétérinaire est réglementée de façon stricte dans les deux pays. Selon les lois suédoises, les antibiotiques et les produits chimiothérapeutiques ne peuvent être incorporés aux aliments destinés aux animaux que dans le but de prévenir, soulager ou guérir une maladie, c'est-à-dire pas en tant que facteur de croissance ou pour gonfler les rendements. En Norvège, les associations de producteurs agricoles ont établi une autoréglementation interdisant l'utilisation des antibiotiques comme additifs alimentaires.

En Suède, l'homologation des antibactériens de même que les périodes de retrait pour les animaux sont autorisées par l'Agence nationale des produits médicaux. Tous les antibactériens, hormones et autres préparations pour utilisation sur les animaux sont disponibles seulement sur ordonnance vétérinaire. Les règlements vétérinaires du Conseil national de l'agriculture stipulent que «l'usage des produits médicaux doit être justifié. Lorsqu'on choisit le type et la dose d'un produit médical, on doit tenir compte du risque de résidus dans un aliment d'origine animale». Il est également mentionné que «prescrire et manipuler des produits médicaux ne doit se faire qu'avec grand discernement et seulement lorsque le besoin est apparent». En vertu des mêmes règlements, les produits médicaux ne peuvent, à chaque occasion, être prescrits ou donnés qu'après un examen attentif de l'animal ou du troupeau malade (6). Ces règlements ont eu pour effet de conscientiser le milieu en général à l'importance de l'utilisation minimale des antibiotiques en production porcine et avicole, de même qu'en production laitière. Ils sont venus renforcer l'attitude générale visant à réduire l'utilisation des antibiotiques autant que possible dans toute filière de production d'aliments.

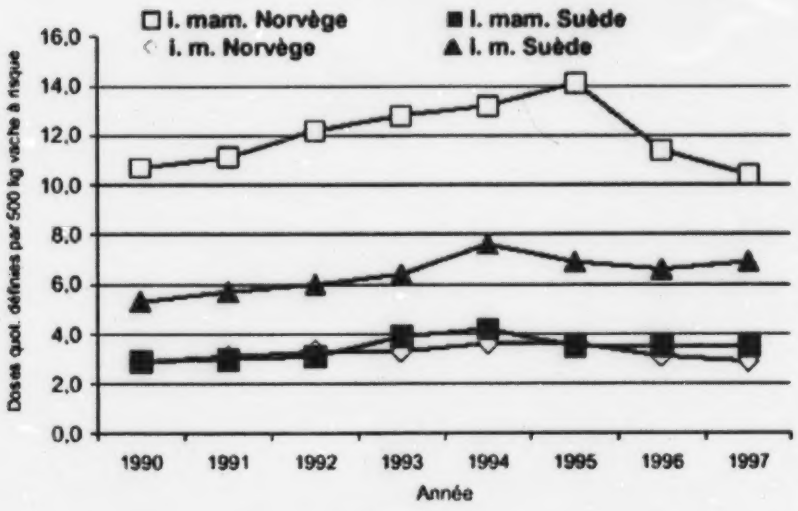
En Norvège, les règlements de cette nature sont promulgués par le Service de contrôle des médicaments de la Norvège, avec la même philosophie que ce qui se fait en Suède. La politique d'utilisation des antibiotiques a été resserrée depuis 1995 à la fois par les Services norvégiens de santé du bétail (7) et par le Service de contrôle des médicaments de la Norvège. Des lignes directrices spécifiques ont été établies pour l'utilisation des antibiotiques et sur la façon d'agir en cas de non-réponse au traitement ou de l'émergence d'un problème de résistance (8). Il y a de forts incitatifs à adopter les mesures correctes de prévention; par conséquent, il devrait y avoir peu de besoin pour de nouveaux types d'antibiotiques. En fait, la pénicilline G est encore le traitement de choix.

Politique sur les antibiotiques en production laitière
Au cours de la dernière décennie, il y a eu une conscientisation croissante dans les deux pays à propos des risques que représente l'utilisation des antibiotiques sur la résistance accrue des souches microbiennes en production animale.

Par conséquent, une stratégie a été élaborée en Norvège en 1996 pour réduire de 25% en cinq ans l'utilisation des antibiotiques en production animale, c'est-à-dire au plus tard en 2001 (9). Pour atteindre cet objectif, les Services de santé animale pour les bovins, porcs, ovins, caprins et la volaille ont entrepris les actions suivantes :
1. Actions accrues des organisations politiques et commerciales d'agriculteurs, de même que des organisations vétérinaires, pour renforcer les programmes de santé et de médecine vétérinaire préventive.
2. Attention portée à l'utilisation des antibiotiques chez les animaux qui sont source d'aliments, au sein d'un Programme d'assurance de la qualité («KSL»).
3. Surveillance générale de la résistance aux antimicrobiens dans les programmes d'élevage.
4. Appui général des diverses organisations en ce qui a trait aux projets pertinents de R et D dans ce domaine d'intérêt.
5. Mise sur pied de plans d'action pour les diverses espèces, pour atteindre les objectifs visés.

Les résultats de ces actions ont pu être notés presque directement, ce qui fait que le but a été atteint après trois ans seulement. Le tout a été confirmé par une diminution de 28% de la fréquence des cas de mammite traités et par une réduction correspondante des antibiotiques prescrits (10). La figure 4 illustre ces résultats.

Figure 4. Doses quotidiennes définies d'antimicrobiens, administrées en intramusculaire (i.m.) ou par voie intramammaire (i.mam.) (10).



Au cours de l'hiver 1998-1999, un questionnaire a été envoyé à 2 400 producteurs, conseillers et vétérinaires dans le but d'identifier les raisons du grand succès de la campagne de réduction de l'usage des antibiotiques. Le taux de réponse au questionnaire a été de 65,9%. Le changement d'attitude parmi les producteurs, conseillers et vétérinaires à propos de l'usage des antibiotiques en production laitière a été expliqué par un effort plus prononcé sur les soins de santé préventifs, un travail accru de vulgarisation et un niveau académique plus élevé chez les producteurs agricoles. L'étude (11) a également révélé que la plupart des participants croyaient en la possibilité de réduire encore davantage l'usage des antibiotiques. À titre

d'exemple, un nouvel objectif de 5% de réduction de fréquence de la mammite par année pendant cinq ans a été décrété par les Services norvégiens de santé du bétail.

En Suède, un processus similaire de réduction a été entrepris au milieu des années 1990. Des périodes de retrait prolongées pour la pénicilline G procaïne et la mise en application des règlements de l'UE, tout cela conjugué aux demandes pour un lait de haute qualité, avaient provoqué une fréquence accrue des traitements de la mammite. La Section santé des bovins laitiers de l'Association laitière de Suède a mis de l'avant une campagne d'information intensive à propos de l'utilisation correcte des antibiotiques pour le traitement de la mammite, incluant le «médicament de choix» (12). La thérapie de la mammite a été choisie comme le «principal secteur d'intérêt», puisque la plupart des antibiotiques prescrits aux bovins laitiers l'étaient à cette fin. La campagne a été un succès. Le taux de traitement de la mammite a chuté de 23,6% à 18,3% et l'utilisation des antibiotiques a été réduite. Depuis 1997-1998, cependant, il y a eu une augmentation de l'utilisation de la pénicilline-procaïne, probablement due en grande partie à l'usage accru de traitements systématiques au tarissement et à une légère hausse des doses utilisées à la ferme. La fréquence de traitement de la mammite, principalement de la mammite clinique, n'a pas augmenté. L'organisation représentant les producteurs laitiers a maintenant décidé d'établir un nouvel objectif de 25% de réduction des antibiotiques utilisés au sein du cheptel laitier national, le tout étalé sur une période de trois ans (13).

Une autre explication probable de la bonne performance de ces deux pays scandinaves en ce qui a trait à l'utilisation des antibiotiques en production laitière réside dans l'efficacité des programmes de sélection, qui tiennent compte de la fréquence de maladies/mammite et/ou du compte de cellules somatiques de la vache dans le calcul des indices de sélection.

Et les aspects futurs de l'utilisation des antimicrobiens pour la production d'aliments?

Une information à la fois active et intensive diffusée aux consommateurs norvégiens et suédois a rendu ces derniers très conscients des risques associés à une utilisation sans restriction des antimicrobiens en production animale. Conjugué à la conscientisation accrue des producteurs et vétérinaires et aux règles restrictives des organismes réglementaires et de l'industrie de la transformation alimentaire, cet état de fait aura sans doute comme conséquence de garder l'utilisation des antimicrobiens en production animale à un niveau très bas dans le futur. Le suivi effectué par les systèmes de registres des maladies est resserré pour donner une meilleure assurance de qualité en ce qui a trait à l'utilisation des antimicrobiens pour la production d'aliments d'origine animale. Les vétérinaires sont également fortement incités à trouver d'autres solutions aux problèmes de maladies à la ferme, tout en gardant l'accent sur des actions préventives plus poussées dans les programmes sanitaires systématiques pour les bovins. L'industrie alimentaire de la Norvège et de la Suède est par conséquent bien armée pour répondre aux demandes des groupes de consommateurs pour des systèmes sécuritaires d'enregistrement et de contrôle qui offrent une garantie continue d'un usage équilibré des antimicrobiens pour la production d'aliments dans le futur.

Références :

1. Olsson, S-O. *et al.*, 1999. Disease recording systems and herd health schemes for production diseases. Réunion NKVET, octobre 1999.

2. Hallén Sandgren, C. et L. Nilsson. 1996. Hur anvænds antibiotika i svensk djruproduktion?-Vad kan gøras før att ytterligare begrænsa antibiotikaførbrukningen? Kungl. Skogs- och Lantbruksakad. Tidskrift. Årg.

135 nr 15.

4. Ekman,T., G. Åstrøm et H. Funke. 1994. Measures taken by veterinarians in Sweden in cases of bovine mastitis. Acta Vet. Scand., 35, 329-335.

5. Østerås, O., H.J. Andersen, L. Kulkas, T. Ekman et A. Arnthorsdottir. 1999. Non publié, Association des laiteries nordiques (NMSM): Statistiques sur la santé des bovins laitiers.

6. Ministère de l'Agriculture. 1997. Les additifs alimentaires antimicrobiens pour animaux. Rapport de la Commission sur les additifs alimentaires antimicrobiens pour animaux, Stockholm, Suède.

7. Services norvégiens de santé du bétail. 1996. Stratégie pour la réduction de l'utilisation des antibiotiques en production laitière, avec l'accent mis sur le traitement de la mammite. 45 p. (En norvégien).

8. Service de contrôle des médicaments de la Norvège. 1998. L'utilisation des antibactériens chez les animaux de production. The Norwegian Drug Bulletin, Vol 21 (Suppl. 1). (En norvégien).

9. Comité de coordination de la Norvège sur la réduction de l'utilisation des antibiotiques en production animale. 1999. Rapport final « Des animaux en santé, une utilisation réduite des antimicrobiens », 20 p. (En norvégien).

10. Grave, K., C. Greko, L. Nilsson, K. Odensvik, T. Mørk et M. Rønning. 1999. The usage of veterinary antibacterial drugs for mastitis in cattle in Norway and Sweden. Prev. Vet. Med. 42:45-55.

11. Andersen, V. 1999. Reduction in use of antimicrobials in Norwegian animal production. Thèse d'étudiant à l'Université agricole de Norvège.

12. Service de contrôle des médicaments de la Suède. 1998. Prophylaxie et thérapie des infections en production animale. (En suédois).

13. Ekman, T. 1999. Communication personnelle. ▲

Obtenir du lait de qualité par la régie

Léo Brisson
Producteur de lait, Embrun, Ontario

J'aimerais d'abord vous dire quelques mots sur notre entreprise laitière. La Ferme Brissfrance Ltée comprend 250 acres de terres drainées et 50 acres en location. Nous avons incorporé notre ferme en 1991. Les actionnaires sont mon épouse, mon fils André qui est diplômé du Collège d' agriculture d'Alfred en 1989 et moi-même. En 1997, nous avons transféré la part de mon épouse à Julie, l'épouse d'André.

Notre cheptel laitier est composé d'environ 140 têtes de bétail Holstein, dont 60 vaches en lactation. Le bétail est enregistré et classifié. Le troupeau participe au contrôle laitier avec résultat de cellules somatiques et il est inséminé artificiellement. Notre M.C.R. composée est de 215, avec une moyenne de 9 313 kg de lait par vache par lactation. Tous nos animaux portent notre préfixe.

On m'a demandé de parler de notre régie pour arriver à produire du lait de qualité. Notre objectif personnel a toujours été de ne pas avoir peur de boire le lait que nous offrons aux consommateurs. La bio-sécurité est de mise dans notre étable. Qui y entre doit désinfecter ses chaussures. En tout

temps, un écriteau à l'entrée de l'étable demande aux visiteurs de s'exécuter.

Depuis 24 ans, nous avons une stabulation libre avec 110 logettes. Nous avons environ 55 à 60 vaches en lactation. Le reste de l'espace est occupé par les taures en gestation et certaines vaches taries. Les logettes reçoivent de la paille hachée une fois par jour et nous passons deux fois par jour avec une gratte pour enlever le fumier qui s'y trouve. Une fois par jour, nous saupoudrons un peu de chaux déshydratée aux endroits salis ou détrempés. Notre plancher est latté et équipé de ratelettes pour enlever le fumier trois fois par jour. Il n'y a pas d'odeur et les vaches sont toujours propres.

Toutes les vaches reçoivent un traitement pour vache tarie à la fin de leur lactation. Un échantillon de lait est pris de chaque vache qui montre des signes de mammite au cours de sa lactation. Notre vétérinaire fait une culture pour vérifier le type de mammite et choisir l' antibiotique approprié. Si une vache est malade, nous donnons un premier traitement immédiatement et révisons notre stratégie si la culture révèle qu'un autre produit serait plus efficace. Les autres cas sont traités d'après le résultat de la culture, soit environ deux jours plus tard. Les vaches avec mammite sont attachées dans une étable adjacente et traites les dernières.

L'équipement de traite est vérifié une fois par année par notre concessionnaire. Toutes les pièces de caoutchouc sont changées à ce moment. Les pulsateurs, la pompe à vide, l'indicateur de vide, la pente de ligne à lait, ainsi que le courant parasitaire sont également vérifiés. Nous alternons entre deux séries de tétines. Toutes les deux semaines, nous démontons les manchons trayeurs et les griffes pour les laver et surtout vérifier si tout est normal ou s'il y a des trous ou des saletés entre le manchon et la tétine. En même temps, nous changeons les tétines et entreposons les autres dans les boîtes d'origine. Chaque série est utilisée durant environ quatre mois ou 850 traites.

Les vaches sont traites deux fois par jour dans un salon de traite double quatre avec retrait automatique. Trois personnes font la traite de façon régulière, avec deux aides temporaires. Deux personnes font la traite à la fois. Quatre vaches entrent à la fois et sont lavées immédiatement. Pour laver les trayons, on utilise du papier journal avec une solution d'iode. Les trayeuses sont installées de 30 secondes à une minute après le lavage. Le retrait se fait automatiquement. Un bain de trayons à base d'iode 1% est appliqué immédiatement après. Entre chaque vache, les manchons trayeurs sont aussi trempés, deux à la fois, dans un seau de solution d'iode pour les désinfecter.

La plupart de ces démarches nous ont été recommandées, il y a environ 30 ans, par un spécialiste du collège de Kemptville, lors d'une visite à notre ferme à cause d'un problème de mammite. Des spécialistes d'aujourd'hui désapprouvent certaines de ces méthodes, mais elles semblent encore fonctionner dans notre entreprise. Je vais vous montrer quelques résultats de compte de cellules somatiques que nous avons obtenus au cours des années passées.

1990 - 70400	1995 - 73000
1991 - 44100	1996 - 74500
1992 - 59000	1997 - 66000
1993 - 46000	1998 - 60000
1994 - 60000	

Depuis 1978, des certificats sont décernés en Ontario pour la qualité du lait. Les critères suivants sont appliqués :
1. les bâtiments de ferme doivent être de catégorie A en tout temps; (selon

le classement de *Dairy Farmers of Ontario*)
2. aucune infraction ne doit avoir été relevée au cours de l'année;
3. aucun réservoir ne doit avoir été refusé au cours de l'année;
4. pour le certificat « or », la moyenne des comptes de bactéries doit être de 5 000 ou moins et la moyenne des cellules somatiques doit être de 150 000 ou moins;
5. pour les certificats « réguliers », la moyenne des comptes de bactéries doit être de 10 000 ou moins et la moyenne des cellules somatiques doit être de 250 000 ou moins.
6. Entre 1978 et 1987, nous avons eu six certificats réguliers et quatre or. Depuis 1988, nous avons toujours eu le certificat or.

Depuis 1990, le D.H.I. (contrôle laitier) du comté de Russell décerne des plaques au troupeau sous contrôle avec la moyenne annuelle de cellules somatiques la plus basse. Sept années sur neuf, nous avons remporté ce prix avec une moyenne de 60 000.

Cela ne signifie pas que nous n'avons pas de cas de mammite. Je crois que dans un troupeau bas en cellules somatiques, les vaches sont plus susceptibles d'avoir des mammites environnementales à cause d'un manque de résistance. Les spécialistes essaient de nous convaincre que c'est quand même plus payant de produire de cette façon.

Je crois qu'il faut apprendre à vivre avec un certain nombre de cas de mammite dans un troupeau. Comme m'a déjà dit le Dr Georges Fisher, spécialiste de la mammite au Collège de Kemptville : « La seule façon de ne pas avoir de mammite, c'est de ne plus avoir de vaches ». ▲

Programme Résumés du vendredi

Pour revenir à la liste des colloques, cliquez ici.

Date de modification: 2001 08 15 Avis importants